

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ АРИДНЫХ ЗОН ЮНЦ РАН
ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮНЦ РАН



**МАТЕРИАЛЫ НАУЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ,
ПРИУРОЧЕННЫХ К 15-ЛЕТИЮ
ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК:**

**МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО ФОРУМА
«ДОСТИЖЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ
НА ЮГЕ РОССИИ»**

**МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ОКЕАНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ:
СОВРЕМЕННЫЕ ФАКТЫ, МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА»
ПАМЯТИ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН Д.Г. МАТИШОВА**

**ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«АКВАКУЛЬТУРА:
МИРОВОЙ ОПЫТ И РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ»**

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ, 13–16 ДЕКАБРЯ 2017 Г.

Редколлегия:

академик Г.Г. Матишов (главный редактор), академик В.А. Бабешко, академик Ю.Ю. Балег, академик И.А. Каляев, академик В.И. Колесников, академик В.И. Лысак, академик В.И. Минкин, академик И.А. Новаков, академик Ю.С. Сидоренко, чл.-корр. РАН А.М. Никаноров, д.г.н. С.В. Бердников, д.ф.-м.н. В.В. Калинин, д.и.н. Е.Ф. Кринко, д.б.н. Е.Н. Пономарёва, к.б.н. Н.И. Булышева, к.г.н. Е.Э. Кириллова, к.б.н. В.В. Стахеев, Р.Г. Михалюк

М34 **Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук:** Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России»; Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова; Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки» (г. Ростов-на-Дону, 13–16 декабря 2017 г.) / [гл. ред. акад. Г.Г. Матишов]. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. – 548 с. – ISBN 978-5-4358-0165-1.

УДК 001(063)

Издание включает материалы Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России», Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова, Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки», проходивших в период с 13 по 16 декабря 2017 г. и приуроченных к 15-летию Южного научного центра РАН.

Представлены результаты, полученные ведущими учеными научных организаций Юга России, молодыми учеными, студентами и аспирантами при выполнении фундаментальных и прикладных исследований в приоритетных областях науки с целью обеспечения комплексного решения технологических, инженерных, экологических, геополитических, экономических, социальных, гуманитарных проблем в интересах устойчивого развития южных регионов Российской Федерации.

Материалы научных мероприятий рассчитаны на широкий круг читателей, представляют интерес для ученых, преподавателей, аспирантов, студентов высших учебных заведений и всех, кто интересуется достижениями современной науки.

Издание опубликовано при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций.

Отдельные результаты опубликованы в рамках популяризации результатов исследований по проекту «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России» ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.» (соглашение № 14.607.21.0163, уникальный идентификатор RFMEF160716X0163).

FEDERAL AGENCY FOR SCIENTIFIC ORGANIZATIONS
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SOUTHERN SCIENTIFIC CENTRE OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF ARID ZONES SSC RAS
INSTITUTE OF SOCIAL-ECONOMIC RESEARCH AND HUMANITIES SSC RAS



**PROCEEDINGS OF SCIENTIFIC EVENTS
DEVOTED TO THE 15-YEAR ANNIVERSARY OF THE
SOUTHERN SCIENTIFIC CENTRE
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES:**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC FORUM
«ACHIEVEMENTS OF ACADEMIC SCIENCE
IN THE SOUTH OF RUSSIA»**

**INTERNATIONAL YOUTH SCIENTIFIC CONFERENCE
«OCEANOLOGY IN THE XXI CENTURY:
CONTEMPORARY FACTS, MODELS, METHODS, AND MEANS»
IN MEMORY OF CORRESPONDING-MEMBER RAS D.G. MATISHOV**

**ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC CONFERENCE
«AQUACULTURE:
WORLD PRACTICES AND RUSSIAN DEVELOPMENTS»**

ROSTOV-ON-DON, RUSSIA, 13–16 DECEMBER 2017

Editorial Board:

Academician RAS G.G. Matishov (Editor-in-Chief), Academician RAS V.A. Babeshko, Academician RAS Yu.Yu. Balega, Academician RAS I.A. Kalyaev, Academician RAS V.I. Kolesnikov, Academician RAS V.I. Lysak, Academician RAS V.I. Minkin, Academician RAS I.A. Novakov, Academician RAS Yu.S. Sidorenko, Corresponding-Member RAS A.M. Nikanorov, Dr (Geography) S.V. Berdnikov, Dr (Physics and Mathematics) V.V. Kalinchuk, Dr (History) E.F. Krinko, Dr (Biology) E.N. Ponomareva, PhD N.I. Bulysheva, PhD E.E. Kirillova, PhD V.V. Stakheev, R.G. Mikhalyuk

M39 Matishov, G.G. (Ed.) (2017). Proceedings of scientific events devoted to the 15-year Anniversary of the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences: International Scientific Forum «Achievements of Academic Science in the South of Russia»; International Youth Scientific Conference «Oceanology in the XXI Century: Contemporary Facts, Models, Methods, and Means» in Memory of Corresponding-Member RAS D.G. Matishov; All-Russian Scientific Conference «Aquaculture: World Practices and Russian Developments» (Rostov-on-Don, Russia, 13–16 December 2017). Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers. 548 p. (in Russian) ISBN 978-5-4358-0165-1.

UDC 001(063)

The publication includes the proceedings of International Scientific Forum «Achievements of Academic Science in the South of Russia», International Youth Scientific Conference «Oceanology in the XXI Century: Contemporary Facts, Models, Methods, and Means» in Memory of Corresponding-Member RAS D.G. Matishov, and All-Russian Scientific Conference «Aquaculture: World Practices and Russian Developments», which took place during the period of 13 – 16 December 2017 and were devoted to the 15-year Anniversary of the Southern Scientific Centre RAS.

The results, obtained by the leading researchers of scientific organizations of the South of Russia, young scientists, students and PhD-students when implementing basic and applied studies within the priority spheres of science aiming at ensuring the provision of integrated solutions of technological, engineering, ecological, geopolitical, economic, social, humanitarian problems for and in the interests of sustainable development of the southern regions of the Russian Federation, are presented.

The proceedings of scientific events aim at a wide range of readers, and may be of interest to researchers, universities teachers, PhD-students, students of higher educational establishments, as well as the ones interested in the achievements of modern science.

The publication has been financially supported by the Federal Agency for Scientific Organizations.

The publication of some results is within the popularization of research outcomes within Project “Development of Technical Means, Biotechnologies of Cultivation of Non-Traditional Fish Species and Invertebrates for Aquaculture Progress in the Southern and North-Western Federal Districts of Russia” of the FTP “Research and Developments within the Priority Directions of Development of Scientific-Technological complex of Russia for 2014–2020” (Agreement № 14.607.21.0163, Unique Identifier RFMEF160716X0163).

КЛЮЧЕВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ НА ЮГЕ РОССИИ. К 15-ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ ЮНЦ РАН

Необходимость создания академического научного центра в Ростове-на-Дону обсуждалась еще в 1931 г. Так, на Чрезвычайной выездной сессии АН СССР 27 июня 1931 г. выступил вице-президент академик В.Л. Комаров с докладом «Вопрос о филиалах академии». Он подчеркнул: «Напрашивается прежде всего децентрализация Академии наук. Не нужно замкнутого пребывания на берегах Невы. Выйдем из берегов, рассеем везде научно-исследовательскую работу. Нужно охватить Союз в научно-исследовательских центрах, чтобы ни одно явление природы, которое нужно в помощь науке, в общем круговороте жизни нашего Союза не оставалось неосвещенным. Работники Академии не являются изолированной группой. Они работают вместе со всеми учеными Союза. Необходим единый научный аппарат, работающий по специальному плану» [Организация ... 1974]. По итогам доклада было принято решение о создании ряда баз АН СССР, в том числе и в Ростове-на-Дону. Однако в советский период это так и не было реализовано.

В послевоенное время на Северном Кавказе всё же возникли академические организации. В 1946 г. – Геленджикская экспедиция (в настоящее время – Южное отделение Института океанологии РАН), в 1949 г. был создан Дагестанский филиал АН СССР (в настоящее время – Дагестанский научный центр РАН), в 1950-е гг. – Географическая станция Института географии РАН и др.

В этих условиях возрастала потребность в создании единого руководящего и идейного академического центра в Ростове-на-Дону как самом крупном научном, культурном и экономическом центре Южного региона. В числе давних сторонников данной идеи был и член-корреспондент АН СССР Ю.А. Жданов. Он десятилетиями доказывал необходимость создания отделения АН на Юге России. Так, 12 октября 1958 г. в газете «Известия» была опубликована статья «Создать филиал Академии наук СССР на юго-востоке РСФСР», подписанная академиком Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина (ВАСХНИЛ) Л.А. Ждановым, чл.-корр. Академии наук О.А. Алекиным, чл.-корр. ВАСХНИЛ Н.Н. Архангельским, ректором Новочеркасского политехнического института (НПИ) А.Г. Кобелевым, ректором Ростовского государственного университета (РГУ) Ю.А. Ждановым.

В 1968 г. Ю.А. Жданов вновь написал письмо советскому руководству о необходимости создания в Ростове-на-Дону академического учреждения. Однако было принято другое решение. В 1969 г. был создан Северо-Кавказский научный центр высшей школы (СКНЦ ВШ), сыгравший существенную роль в интеграции науки и высшего образования региона. Председателем Совета СКНЦ ВШ стал Ю.А. Жданов, внесший значительный вклад в становление этого учреждения [Матишов, 2007].

В 1991 г. Президент АН СССР Г.И. Марчук, будучи в Краснодаре, высказался за «продвижение Академии наук на юг». Однако в тяжелые 1990-е гг. было не до создания новых научных учреждений – Академия наук и ее структурные подразделения переживали трудные времена. Между тем после распада СССР на Юге России возникла серьезная академическая «брешь»: в бывших союзных республиках осталось более 300 академических институтов.

В 2000-х гг. ситуация в стране стала постепенно меняться, что позволило вернуться и к данному вопросу. В 2002 г. руководством Российской академии наук по инициативе Аппарата Полномочного представителя Президента РФ в ЮФО и лично В.Г. Казанцева и Администрации Ростовской области было принято стратегическое решение о создании Южного научного центра Российской академии наук (Постановление Президиума РАН № 367 от 10 декабря 2002 г. и Постановление № 32 Общего собрания РАН от 19 декабря 2002 г.).

Создавался ЮНЦ, что называется, с нуля, рассчитывать в первую очередь приходилось на собственные силы. На первом этапе Центр развивался на базе и за счет средств Азовского филиала Мурманского морского биологического института Кольского научного центра РАН [Матишов, 2008].

Сегодня ЮНЦ обрел конкретные черты и динамично развивается. Это система научных институтов, комплексных отделов и специализированных лабораторий, расположенных в разных городах Южного федерального округа – Ростове-на-Дону, Таганроге, Астрахани, Волгограде, Ставрополе, Элисте, представляющая единую научную инфраструктуру.

Научное руководство подразделениями осуществляют академики Г.Г. Матишов, В.А. Бабешко, Ю.Ю. Балега, В.И. Минкин, В.И. Колесников, И.А. Новаков, И.А. Каляев, В.И. Лысак.

Центр осуществляет проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований, опытно-конструкторских и технологических работ по приоритетным направлениям развития науки:

- водные проблемы и проблемы продовольственной безопасности в условиях недостаточного увлажнения;
- методы предупреждения и прогнозирования опасных и экстремальных явлений природного и техногенного характера на Юге России;
- вопросы интегрированного управления природопользованием в крупных морских эколого-экономических системах с учетом трансграничных проблем и конфликтов;
- морская биология и геология, экосистемный мониторинг, биоресурсы и аквакультура южных морей России;
- механика природных и техногенных процессов и явлений;
- многопроцессорные вычислительные и управляющие системы.

ЮНЦ РАН принимает участие в реализации программ фундаментальных исследований Президиума и Отделений РАН. Выполняет исследования в рамках Федеральных целевых программ: «Мировой океан», подпрограмма «Исследование природы Мирового океана»; «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.»; «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы». Ученые ЮНЦ РАН активно участвуют в выполнении грантов Российского фонда фундаментальных исследований и Российского научного фонда. Сотрудники ЮНЦ РАН имеют опыт работы с зарубежными научными организациями. Ежегодно ЮНЦ РАН проводит ряд конференций, посвященных наиболее актуальным проблемам развития науки.

Южный научный центр располагает научно-исследовательским флотом, в состав которого входят НИС «Денеб», НИС «Профессор Панов», более 10 единиц маломерных судов. Много делается для восстановления ведущей позиции России в исследованиях морских и наземных экосистем. Ежегодно проводятся морские и наземные экспедиции в Азово-Чёрноморском и Каспийском бассейнах. Пополняется собственная уникальная океанографическая база данных. Разработан и поддерживается геопортал, на котором размещается информация об экспедиционных исследованиях.

С 2004 г. работают издательство ЮНЦ РАН и библиотека. Выходит в свет под руководством Президиума РАН в ФГУП «Издательство “Наука”» мультидисциплинарный журнал «Наука Юга России» (с 2004 по 2015 г. – «Вестник Южного научного центра»). С 2005 г. издается «Кавказский энтомологический бюллетень», посвященный проблемам зоогеографии и биологии насекомых.

Особое внимание уделяется интеграции фундаментальной академической науки и образования. Подписаны соглашения о научном сотрудничестве с ведущими вузами региона и России. На базе университетов и институтов (ЮФУ, СПбГУ, КубГУ, АГТУ, ДГТУ) создано 25 базовых кафедр. Студенты основных базовых кафедр – кафедры океанологии ЮФУ, технических средств аквакультуры ДГТУ и др. – ежегодно проходят производственную и учебную практики на научных стационарах «Кагальник» и «Маньч», а также принимают участие в морских и береговых экспедициях ЮНЦ. Для молодежи в Центре регулярно организовываются лекции ведущих ученых.

В 2008 г. были сформированы Институт аридных зон (ИАЗ ЮНЦ РАН) и Институт социально-экономических и гуманитарных исследований (ИСЭГИ ЮНЦ РАН) путем выделения из ЮНЦ РАН. Между тремя организациями сохраняется тесное взаимодействие по научным и финансово-хозяйственным направлениям.

Для обеспечения решения научных задач организованы и успешно функционируют два уникальных научно-экспериментальных стационара. Научно-экспедиционный стационар «Маньч» (НЭС) создан для изучения биоразнообразия степной экосистемы Кумо-Маньчской впадины. Береговая научно-экспедиционная база (БНЭБ) «Кагальник» образована для осуществления комплексного мониторинга дельты Дона и Таганрогского залива. БНЭБ «Кагальник» является научным полигоном для биологических, географических, океанологических исследований, местом разбора материалов археологических и антропологических находок.

На БНЭБ действует Уникальная экспериментальная модульная установка-комплекс (реестровый № 73602), в рамках которой сформирована и поддерживается биоресурсная коллекция редких и исчезающих видов рыб в виде генофондного стада, этот проект получил поддержку ФАНО России. Биоресурсная коллекция включает 1300 особей 19 видов: русский осетр, шип, белуга, стерлядь, судак и др. Фактически решаются задачи, поставленные руководством страны по подъему и развитию аквакультуры, сохранению и рациональному использованию биологических ресурсов. В 2017 г. создан полевой стационар «Дельта Дона» в целях наблюдения за уникальными островными экосистемами.

Традиционно в фокусе научных исследований ЮНЦ РАН – науки о Земле и науки о жизни. Получены фундаментальные научные данные о воздействии климатических и антропогенных факторов на экосистемы юга. Климатические изменения последних десятилетий уже сказались на условиях ведения хозяйственной деятельности на Юге России и вносят неопределенность в прогнозы. Выявлена зависимость условий промышленного рыболовства в Азовском, Чёрном и Каспийском морях от климатических флуктуаций и антропогенных нагрузок. Разработаны рекомендации по управлению морским природопользованием и проведению экосистемного мониторинга. Получены результаты, позволяющие решать сложнейшие задачи стабильного развития Южного региона, его инфраструктуры, рационального использования ресурсов и

сохранения уникальных экосистем, формирования экологического каркаса для совершенствования территориальной охраны природы.

Так, в марте 2013 г. и в сентябре 2014 г. в результате сильного штормового нагона значительная часть побережья Азовского моря чрезвычайно быстро была затоплена водой. Материальные потери для населения и экономики региона составили более одного миллиарда рублей. Население крайне нуждается в системе заблаговременного оповещения о штормовых нагонах для уменьшения разрушительных последствий от наводнений. При хозяйственном освоении устьевых областей Дона, Кубани и побережья Азовского и Чёрного морей не учитываются особенности гидрологического режима моря, особенно его экстремальных проявлений. Работают два метеопоста ЮНЦ РАН («Донской» и «Взморье»). Они оборудованы автоматической метеостанцией, датчиками солёности и уровнемером. Посты функционируют в режиме онлайн и передают информацию о параметрах воздушной и морской среды с дискретностью 10 минут, информация находится в открытом доступе и отражается на сайте meteo.ssc-ras.ru.

Обнаружено новое (не документированное ранее) явление проникновения при нагонах морской воды в городские водопроводы, что создает угрозу здоровью населения.

Экстремальные морозы и обширные площади льда в южных морях – такая же аномальная ситуация, как и масштабная деградация льда в Арктике. Экстремальные ледовые условия в 2006, 2008, 2012 гг. в Азовском море нанесли существенный ущерб судоходству.

Чрезвычайно актуально для Азово-Донского и Волго-Каспийского бассейнов «цветение» водорослей, приводящее к прекращению водоснабжения. Нередки случаи «заморных явлений», сопровождающиеся массовой гибелью рыб. Снижается эстетическая привлекательность водоемов. Токсичная микрофлора создает угрозу здоровью людей. В ЮНЦ разработан автономный датчик контроля концентрации водорослевых фитопигментов и содержания растворенного кислорода и оригинальный датчик изменения цветности воды. Эти датчики, установленные в местах водозаборов, в совокупности и каждый в отдельности позволяют в автоматическом режиме своевременно определить предвестники «цветения» воды и предупредить о надвигающейся угрозе.

Азовское море, которое доступно для исследований практически во все времена года, следует рассматривать как полигон для отработки новых технологий и подходов для снижения риска возникновения и уменьшения последствий катастроф природного и техногенного происхождения, а разработанные методы и подходы следует распространять на другие регионы.

С начала создания Центра был взят курс на оснащение организации современным научно-исследовательским оборудованием. Сегодня в ЮНЦ есть Центр коллективного пользования, обеспеченный лучшими зарубежными и отечественными приборами. На базе ЦКП могут проводить исследования специалисты разных областей науки: биологи, геологи, химики, физики, океанологи.

1 декабря 2016 г. Президент РФ подписал указ о Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (Стратегия НТР РФ), направленной на обеспечение реализации задач и национальных приоритетов РФ.

Тематика исследований Комплексного отдела механики, химии, физики и нанотехнологий соответствуют направлениям Стратегии НТР РФ.

В отделе физики и астрономии ЮНЦ РАН ведутся работы по получению наноразмерных сегнетоэлектрических пленок и мультиферроиков на базе феррита висмута, а также гетероструктур на основе титаната бария-стронция и ниобата бария-стронция. Разработан комплекс текущего (*in situ*) контроля роста пленок, основанного на принципах оптической интерференционной рефлектометрии.

Сотрудниками отдела физики и астрономии ЮНЦ РАН совместно с НИИ физики ЮФУ разрабатываются методы прогнозирования свойств экологически чистых бессвинцовых датчиков различного назначения для судостроения и авиационной промышленности и их конструктивные особенности. Проведены исследования бессвинцовых датчиков детонации, в результате исследований был создан один из трех патентов в мире на бессвинцовый датчик. Сделаны сравнения со свинецсодержащим аналогом фирмы Bosch. Разработан программный комплекс, позволяющий сопоставить два датчика в работе.

Ведутся разработки физико-технических основ и технологий создания элементной базы для высокоскоростных оптоволоконных линий связи нового поколения, а также высокоэффективных фотоэлектрических преобразователей для солнечных панелей, в том числе для космических аппаратов. Создаются новые композиционные и смазочные материалы для транспортных систем, ведется разработка методов оптимизации их свойств. Развиваются методы многокритериальной оптимизации процессов полимеризации композитных авиационных конструкций.

Сотрудниками отдела физической и органической химии разработаны методы получения новых химических веществ, обладающих высокой биологической активностью, которые могут быть использованы в разработке новых отечественных антибактериальных и противораковых препаратов. С целью индустриализации отече-

ственных OLED-технологий (органических светоизлучающих диодов) созданы новые (фотолюминесцентные) материалы, эффективно излучающие свет при прохождении электрического тока. Созданы тест-системы на основе инновационных материалов (хемосенсоров) для экспресс-анализа почв и воды на токсичные элементы – с целью оперативного реагирования на загрязнение окружающей среды.

Коллективом ученых отдела информационных технологий и процессов управления ЮНЦ РАН ведутся разработки архитектуры многопроцессорных высокопроизводительных вычислительных систем. Перспективным направлением исследований отдела является решение задачи по управлению большими группами одним оператором или в автономном режиме. В 2016 г. сотрудниками отдела (академиком И.А. Каляевым и д.т.н. Э.В. Мельником) получена премия правительства Российской Федерации в области науки и техники за разработку технологии интеллектуального управления, создание и внедрение на российских и зарубежных АЭС роботизированного комплекса перегрузки ядерного топлива. Премия правительства 2016 г. присуждена и группе ученых, возглавляемой академиком И.А. Новаковым, за разработку и внедрение импортозамещающих синтетических покрытий на основе реакционно-способных олигомеров для устройства спортивных объектов.

Разработана теория блочных структур, позволяющая с высокой точностью описывать динамику и реальные свойства коры Земли. Построена теория и развиты технологии оценки сейсмической напряженности литосферных плит в сейсмически опасных регионах. Создана система геодинамического мониторинга движения литосферных плит в районе олимпийских объектов в г. Сочи и в районе строительства моста через Керченский пролив.

Для укрепления технического кластера в ЮНЦ было принято 18 молодых ученых за последние 5 лет. Молодыми кандидатами наук по техническим наукам выиграно 12 грантов.

ЮНЦ РАН накоплен большой опыт в изучении проблем региона. Вызовы национальной безопасности на южном фланге с 2013 г. резко обострились, геополитические противоречия в Каспийско-Черноморском регионе вышли на новый виток. К проблемам Кавказа добавились события на Украине, социально-экономические проблемы, связанные с присоединением Крыма, политическая нестабильность в Турции и война в Сирии. Продолжается «атлантизация» Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов, усиливается геополитическое давление на границы России. Азово-Причерноморье и Прикаспий превратились в одну из главных арен геополитического соперничества в XXI веке.

С 2006 г. Южным научным центром РАН выполнены три подпрограммы Программы фундаментальных исследований Президиума РАН, с 2015 г. реализуется четвертая – «Проблемы развития полиэтничного макрорегиона в условиях дестабилизации Каспийско-Черноморского зарубежья». В рамках этой работы специалистами ЮНЦ РАН была решена задача системного и упреждающего анализа ключевых проблем, угроз и рисков на Юге России и сопредельных территориях.

Были разработаны различные сценарии развития Южного региона, спрогнозированы социально-экономические и политические тенденции в динамике ситуации. Разработка потенциальных конфликтов проводилась по полному спектру направлений – геополитическому, социальному, экономическому, этнодемографическому, культурно-религиозному, идеологическому, историческому, географическому. В основе проводимых исследований лежит обширная и постоянно обновляемая эмпирическая и теоретическая база, собранный в ходе фактический материал – собственных полевых наблюдений, социологических опросов, изучения статистических данных, экспертных заключений, научных результатов работ ведущих российских академических институтов на Юге России и зарубежных аналитических центров.

С 2014 г. ЮНЦ РАН проводит фундаментальные исследования кризисных процессов на Украине и их последствий. Украинский кризис рассмотрен в контексте полицентрического мира. Были выявлены исторические предпосылки современных конфликтов, изучен украинский национализм как государственная идея, вскрыты глубокие корни украинской «самостийности», проанализированы механизмы раскручивания внутриукраинского противостояния и вооруженной борьбы на границе Украины и России.

В 2011 г. создан Музей казачества, этнографии и культуры Приазовья ЮНЦ РАН. Главной задачей музея является организация долговременных стационарных наблюдений за формами бытования и процессами трансформации традиционной культуры жителей дельты Дона. Размещение музея в непосредственной близости от объекта наблюдения позволяет придать его деятельности оригинальный и динамичный характер, дает возможность сочетать сбор полевого материала, его научную обработку, исследование и обобщение выводов с постоянным уточнением и углублением собранных данных. В музее проводятся экскурсии для сотрудников и гостей ЮНЦ РАН, ИСЭГИ ЮНЦ РАН и студентов-практикантов, проходящих учебную практику на БНЭБ «Кагальник», школьников Азовского района Ростовской области.

К сожалению, коллектив ЮНЦ РАН не обошли стороной утраты. Уходят лучшие. Президиум ЮНЦ РАН потерял академика А.В. Каляева (2004), д.т.н. Х.И. Ибрагимову (2006), члена-корреспондента РАН Ю.А. Жданова (2006). В расцвете творческих сил ушли д.г.н. Н.Н. Погребнов (2008) и д.и.н. Т.П. Хлынина (2015). В 2015 г. мы потеряли

опытного профессионала, члена Президиума ЮНЦ РАН, директора ИАЗ ЮНЦ РАН члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова... но остался багаж начинаний и идей. Наша задача – реализовать незавершенные замыслы.

Южный научный центр открыт для тех, кто стремится к развитию научной мысли, инженерно-техническому прогрессу на благо Юга России и Российской Федерации. Расширенные заседания Президиума, конференции и круглые столы, посвященные наиболее острым вопросам ЮФО и СКФО, стали авторитетной площадкой для выработки конструктивного диалога науки и власти. Думается, в интересах государства необходимо поднять статус академического присутствия в Южном макрорегионе путем создания полноценного Южного отделения. Тем более что после объединения РАН, РАМН и РАСХН и выборов 2016 г. на Юге страны работают 77 членов РАН. Высокий академический статус регионального отделения даст сильный политический и практический толчок для научно-технического прогресса на Юге России.

***Председатель ЮНЦ РАН
академик Г.Г. Матишов***

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Матишов Г.Г. Идеи Ю.А. Жданова в жизни Южного научного центра РАН // Научная мысль Кавказа. 2007. № 4. С. 3–7.

Матишов Г.Г. Доклад председателя Южного научного центра РАН академика Г.Г. Матишова на общем собрании, посвященном пятилетнему юбилею ЮНЦ РАН // Вестник Южного научного центра. 2008. Т. 4. № 2. С. 117–122.

Организация советской науки в 1926–1932 гг. / Б.Е. Быховский (отв. ред.). Ленинград: Наука, 1974. 408 с.



Как всё начиналось





Стройка на века



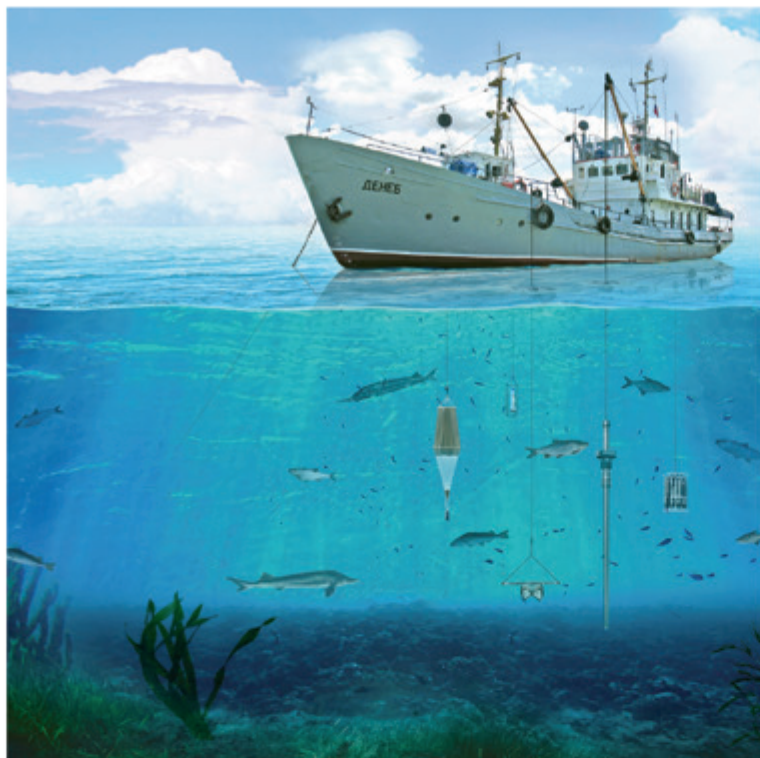


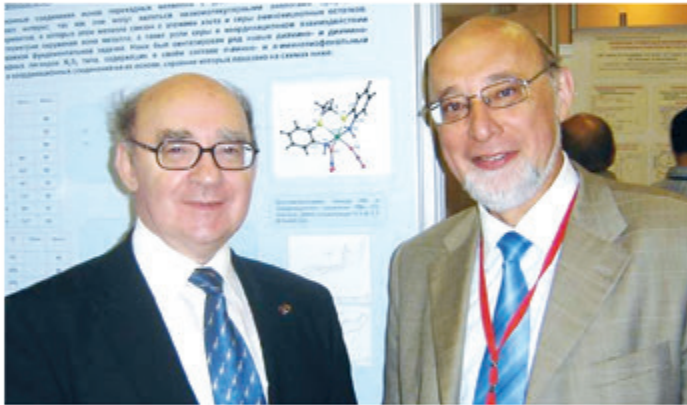


Жизнь ЮНЦ

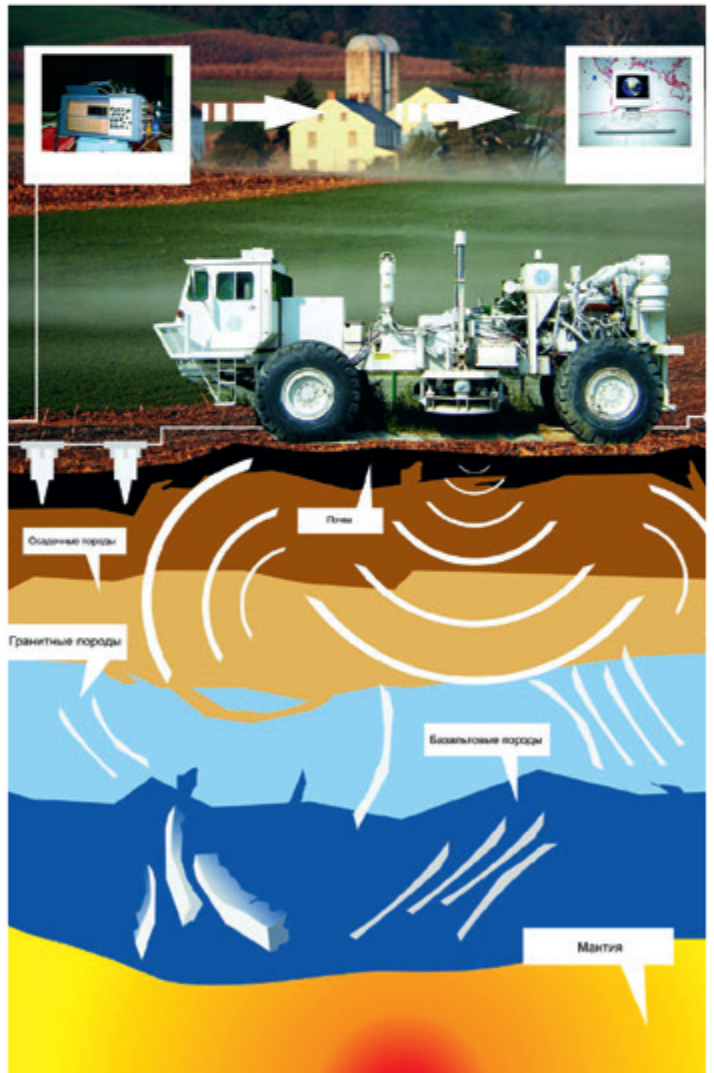
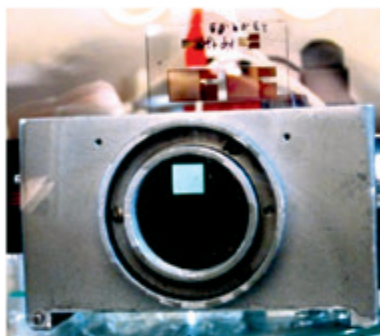
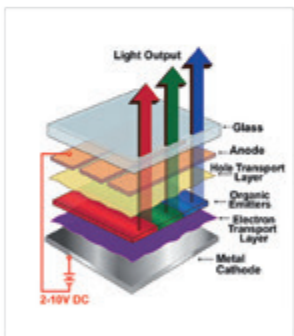


Экспедиции





Исследования и разработки





Международная деятельность

Наше будущее



ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН И ЕГО РОЛЬ В РАЗВИТИИ НАУКИ ЮГА РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ КАЛМЫКИИ)

Калмыцкий институт гуманитарных исследований РАН (КИГИ РАН) является правопреемником созданного 31 мая 1941 г. Постановлением СНК Калмыцкой АССР Института языка, литературы и истории «Об открытии научно-исследовательского института языка, литературы и истории» (КНИИЯЛИ)¹. Создание и открытие в Калмыцкой АССР перед началом Великой Отечественной войны научно-исследовательского Института языка, литературы и истории открыло широкие возможности в выявлении и освоении уникальных духовных и художественных сокровищ калмыцкого народа. Это было знаменательным событием, меняющим социально-культурный и интеллектуальный облик степной республики. Уже тогда, в 1941 г., появилась возможность не только вести фундаментальные научные исследования в области калмыковедения и предлагать практическое использование их результатов, но и возглавить разработку крупных региональных проблем, определять пути теоретических изысканий для других научных и образовательных учреждений республики.

Создание института с гуманитарным профилем определило дальнейшее его развитие и направление исследований. Перед институтом стояли задачи исследования проблем языка, истории и культуры калмыцкого народа, популяризации этих знаний среди широких масс населения². Становление и развитие академической науки Калмыкии происходило во второй половине XX – начале XXI в., и можно выделить следующие этапы: 1) этап становления и формирования основных направлений академического строительства, в котором выделяются два периода (1950–1960-е гг. и 1970–1980-е гг.); 2) развитие академической науки на рубеже двух столетий. Каждый из этих этапов имеет свои особенности и тесно взаимосвязан с историческими реалиями времени. Хрущевская оттепель, период застоя, перестройка и модернизация российского общества наложили свой отпечаток на деятельность института и обусловили его развитие.

Так, в 1960-е гг. большое внимание уделялось записям и введению в научный оборот памятников устного народного творчества калмыцкого народа (около 10 фундаментальных изданий) [Джангар, 1960; Калмыцкие пословицы ... 1960; Калмыцкие народные сказки, 1961; Медноволосая девушка, 1964 и др.]. В этот период перед калмыцким языковедением стояла насущная задача развития терминологической базы языка, и в 1960-е гг. ученые приступили к разработке терминологии в области математики, биологии и др. [Бюллетени №1–4, 1960; Краткий словарь ... 1968]. На этом этапе в основном были сформулированы и частично решены практические задачи, связанные, например, с вопросами орфографии [Павлов, 1962], графики [Убушаев, 1962], переводных словарей [Русско-калмыцкий словарь, 1964] и т. д. Это было необходимым шагом для развития образования в Калмыцкой АССР, в частности для обучения и преподавания калмыцкого языка в школах, педагогическом училище и т. д. В эти годы языковедами впервые предпринимались поиски путей совершенствования орфографии калмыцкого языка для обозначения редуцированных гласных в калмыцком языке. Следует отметить, что, несмотря на предпринимаемые меры, данная проблема всё еще не нашла своего окончательного решения, является и поныне актуальнейшей.

Как и по всей стране, в Калмыкии развитие гуманитарных наук происходило в сложных условиях идеологического диктата, институту приходилось строить свою деятельность в соответствии с требованиями тоталитарного режима, в силу этого многие актуальные проблемы не находили своего отражения в исследованиях ученых (депортация, история казачества и др.)

В начале 1960-х гг. происходило также становление научных кадров, и институт испытывал так называемый кадровый голод: высококвалифицированных специалистов не хватало, лишь единицы имели ученые степени. Диспропорция в кадровом составе обусловила неравномерную разработку проблем калмыковедения. Например, в 1960-е гг. поднимались и решались проблемы истории и археологии: исследовались

1 Научное учреждение получило название «Калмыцкий научно-исследовательский институт языка, литературы и истории», затем происходил ряд реорганизаций, вследствие чего менялось и само название. С 1999 г. институт вступил в систему Российской академии наук, что дало новый толчок в его развитии и укреплении научно-методической и материально-технической базы исследований. Далее в тексте используется его современное название.

2 У истоков калмыковедческой науки стояли выдающиеся российские востоковеды П.С. Паллас, Н.Я. Бичурин (о. Иакинф), А.В. Попов, А.А. Бобровников, К.Ф. Голстунский, А.М. Позднеев, Г.И. Рамstedт, В.Л. Котвич, П.И. Рычков, Н.П. Рычков, Б.Я. Владимирцов.

археологические памятники на территории республики, были созданы труды, посвященные участию калмыков в военной истории России [Беликов, 1965], впервые вышел в свет обобщающий труд по истории Калмыцкой АССР [Очерки истории ... 1967]. В меньшей степени разрабатывались вопросы литературного наследия калмыцкого народа, что сказалось на развитии литературоведческого направления в науке Калмыкии.

В 1960-е гг. ученые в основном печатали свои труды в периодических журналах локального характера, редко выступали на страницах центральных научных изданий, что связано с периодом становления: когда только начиналась разработка актуальных теоретических проблем калмыковедения, решались вопросы в основном прикладного характера. Годы становления научного академического центра в республике, несмотря на трудности, явились плодотворным периодом, поскольку окончательно сформировался основной научный профиль учреждения, появились первые достижения ученых-гуманитариев республики. Фундаментальные научные исследования стали неотъемлемой частью культуры многонационального народа Калмыкии.

Второй этап формирования основных направлений академической науки приходится на 1970–1980-е гг., которые отличаются стабильностью и устойчивостью в деятельности и развитии института. Если предыдущий период был отмечен выдвижением актуальных проблем калмыковедения и, шире, монголистики, сбором материала для исследований, то в это время начинается его теоретическое осмысление. В результате появляется значительное количество работ теоретического плана. В 1970-е гг. сформировался кадровый состав и значительно повысился уровень его научной подготовки. В науку Калмыкии пришла новая когорта молодых ученых, получивших подготовку в академических научных учреждениях в Москве и Ленинграде.

Период 1970–1980-х гг. отличается плодотворностью во всех областях и сферах деятельности института. Так, вышли в свет фундаментальные работы в области лингвистики – «Калмыцко-русский словарь» [1977], «Калмыцко-монгольско-русский словарь» [1986]. В 1970 г. вышли 2 тома «Очерков истории Калмыцкой АССР» [Очерки истории ... 1970], фундаментальный труд, обобщающий изыскания по истории калмыцкого этноса. В 1980–1981 гг. были изданы два тома «Истории калмыцкой литературы» [1980; 1981]. В этот же период была опубликована «Грамматика калмыцкого языка. Фонетика и морфология» [1983]. Большой вклад в развитие академической науки в 1960–1980-е гг. внесли ученые Ц.-Д. Номинханов, Б.Б. Бадмаев, И.К. Илишкин, С.К. Каляев, Д.А. Павлов, У.Э. Эрдниев, Б.Д. Муниев, У.У. Очиров, Б.Х. Тодаева, А.Ш. Кичиков, М.Л. Кичиков, Н.Ш. Ташнинов и др.¹

Развитие академической науки в Республике Калмыкия в 1990–2000-е гг. связан с кардинальными изменениями в социально-экономической и политической системе России. В постсоветский период наука Калмыкии, как и вся российская наука, освобождается от идеологического диктата, разрушаются старые стереотипы, концепции, формируются новые взгляды на исторические процессы, изменяются подходы и существенно расширяется источниковая база исследований. Вместе с тем начало рыночных преобразований в экономике привело к резкому сокращению финансирования науки. Задачи развития науки Калмыкии были сведены в этот период к задаче ее выживания в новых условиях. Заметный ущерб республиканской науке, как и всей отечественной науке, нанесла так называемая внутренняя утечка умов: только в 1992 г. в коммерческие и иные структуры ушло почти 30 % сотрудников. Однако начиная с 2000-х гг. ситуация в развитии науки Калмыкии меняется в позитивном направлении. Выход Указа Президента РК «О 60-летию Калмыцкого института гуманитарных исследований РАН», в котором были предусмотрены меры по укреплению материально-технической базы института и повышению заработной платы сотрудникам, существенная поддержка Российской академии наук и, наконец, создание в декабре 2002 г. Южного научного центра РАН [Постановление ... от 19 декабря 2002 г.] благоприятнейшим образом сказались на развитии академической науки в республике.

15 лет назад деятельность ЮНЦ РАН начиналась с нулевой отметки, его создание явилось воплощением в жизнь идей, которые более полувека вынашивали ряд известных деятелей науки и высшего образования южнороссийского региона, и прежде всего Ю.А. Жданов. При создании ЮНЦ РАН институтами прямого подчинения новому Центру стали Калмыцкий институт гуманитарных исследований РАН, Комплексный институт г. Грозный, Сочинский научно-исследовательский центр, органично вошедшие в его состав. Появление и деятельность Южного научного центра явилось значимым событием для этих академических образований, дало мощный толчок для их дальнейшего развития и укрепления, как, впрочем, и для консолидации всего научного и вузовского сообщества на Юге России и за ее пределами, включая дальнее и ближнее

1 Их учителями были такие монголоеды, как С.А. Козин, Н.Н. Поппе, А.В. Бурдуков, Б.К. Пашков, Г.Д. Санжеев, Т.А. Бертагаев, именно под их научным руководством сформировалась плеяда калмыцких ученых.

зарубежье. В составе ЮНЦ РАН были образованы также Институт социально-экономических и гуманитарных исследований РАН и Институт аридных зон РАН, сотрудники которых совместно с коллегами из других регионов успешно работают над решением фундаментальных задач, приоритетных для мирового сообщества и развития Российского государства – его обороноспособности, политической стабильности, социально-экономического прогресса.

Благодаря блестящему организаторскому таланту, высокому авторитету и напряженной работе председателю ЮНЦ РАН академику Г.Г. Матишову при поддержке региональных и федеральных властей, научного сообщества за короткое время удалось создать ведущее академическое учреждение на Юге России. Проведение совместных научных конференций, семинаров, выставок, выездных заседаний Президиума ЮНЦ РАН, создание Отдела на базе КИГИ РАН, взаимодействие ученых, содействие в укреплении материально-технической базы, подготовке научных кадров, позволили академической науке Калмыкии выйти на новый уровень развития, в значительной мере повысили ее авторитет в научном сообществе [Очирова, с. 141]. Калмыкия ныне по праву является одним из ведущих востоковедных научных центров России и вносит заметный вклад в развитие и укрепление связей с академическими и образовательными учреждениями Монголии, Китая, Казахстана, Венгрии и других стран. Немаловажную роль в этом, несомненно, играла и продолжает играть консолидирующая роль ЮНЦ РАН в многонациональном и поликонфессиональном регионе Южного федерального округа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бюллетень № 1. Термины по калмыцкому языку / сост. Б. Д. Муниев; КНИИЯЛИ. Элиста, 1960. 15 с. (на калм. яз.)
- Бюллетень № 2. Термины по математике / сост. П.М. Эрдниев; КНИИЯЛИ. Элиста, 1960. 15 с. (на калм. яз.)
- Бюллетень № 3. Термины по географии / сост. З.Б. Кендышев; КНИИЯЛИ. Элиста, 1960. 24 с. (на калм. яз.)
- Бюллетень № 4. Термины по биологии и химии / сост. Е.Б. Мукаева; КНИИЯЛИ. Элиста, 1960. 32 с. (на калм. яз.)
- Грамматика калмыцкого языка. Фонетика и морфология / ред. Г.С. Санжеев, Д.А. Павлов, И.К. Илишкин; КНИИИФЭ. Элиста: Калм. кн. изд-во, 1983. 335 с.
- Джангар. Героический эпос калмыцкого народа / обр. Б. Басангова; АН СССР, Ин-т востоковедения; КНИИЯЛИ. М.: Изд-во вост. лит., 1960. 363 с. (на калм. яз.)
- История буддизма в СССР и Российской Федерации в 1985–1999 гг. / под общ. ред. Н.Г. Очировой / Н.В. Абаев, Э.П. Бакаева, У.П. Бичелдей, Ц.П. Ванчикова, С.Ю. Лепехов, Н.Г. Очирова, Т.М. Садалова. М.: Фонд современной истории, 2010. 392 с.
- История Калмыкии с древнейших времен до наших дней: в 3 т. / редкол. К.Н. Максимов, Н.Г. Очирова и др. Элиста: ГУ «Изд. дом «Герел», 2009. Т. 1. 848 с.; Т. 2. 840 с.; Т. 3. 752 с.
- История калмыцкой литературы: в 2 т. Т. 1. Дооктябрьский период / отв. ред. Г.И. Михайлов, Р.А. Джамбинава; Ин-т востоковедения АН СССР, КНИИИФЭ. Элиста: Калм. кн. изд-во, 1981. 335 с.
- История калмыцкой литературы: в 2 т. Т. 2. Советский период / отв. ред. Л.И. Залесская, Р.А. Джамбинава; АН СССР, Ин-т мировой литературы им. А.М. Горького, КНИИИФЭ. Элиста: Калм. кн. изд-во, 1980. 445 с.
- Калмыки / отв. ред. Э.П. Бакаева, Н.Л. Жуковская; Ин-т этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН; КИГИ РАН. М.: Наука, 2010. 568 с. (Народы и культуры).
- Калмыцкие народные сказки / под ред. И.К. Илишкина, У.У. Очирова. Элиста: Калм. кн. изд-во, 1961. 251 с.
- Калмыцкие пословицы и поговорки / подгот. к печати Б. Букшаева, И. Мацакова; КНИИЯЛИ. Элиста: Калм. кн. изд-во, 1960. 295 с. (на калм. яз.)
- Краткий словарь общественно-политических терминов калмыцкого языка / сост. Б.Д. Муниев, Д.А. Павлов, Н.Н. Убушаев и др. Элиста: КНИИЯЛИ, 1968. 87 с.
- Краткий словарь общественно-политических терминов калмыцкого языка / сост. Б.Д. Муниев, Д.А. Павлов, Н.Н. Убушаев и др. Элиста: КНИИЯЛИ, 1968. 87 с.
- Медноволосая девушка. Калмыцкие народные сказки / пер., сост. и примеч. М. Ватагина; КНИИЯЛИ. М.: Наука, 1964. 272 с.
- Очерки истории Калмыцкой АССР. Дооктябрьский период / гл. ред.: Н.В. Устюгов, И.Я. Златкин, Е.Н. Кущева и др. М.: Наука, 1967. 479 с.
- Очерки истории Калмыцкой АССР. Эпоха социализма / отв. ред. Д.А. Чугаев. М.: Наука, 1970. 432 с.

Очирова Н.Г. Состояние и перспективы гуманитарной науки Калмыкии в центральноазиатском и южно-российском контекстах в условиях модернизации // Вестник Южного научного центра. 2013. Т. 9. Юбил. вып. С. 135–143.

Павлов Д.А. Орфографический словарь литературного калмыцкого языка / КНИИЯЛИ. Элиста: Калмгосиздат, 1962. 230 с.

Постановление научной сессии Общего собрания Российской академии наук «О создании Южного научного центра Российской академии наук» от 19 декабря 2002 г. № 32.

***Н.Г. Очирова,
Калмыцкий институт
гуманитарных исследований РАН***

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ
«ДОСТИЖЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ
НА ЮГЕ РОССИИ»**

**МЕТОД БЛОЧНОГО ЭЛЕМЕНТА.
ОБНАРУЖЕНИЕ МЕТОДОМ БЛОЧНОГО ЭЛЕМЕНТА
НОВОГО ТИПА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ, КОТОРЫЕ МОЖНО ПРОГНОЗИРОВАТЬ**

В.А. Бабешко¹, О.В. Евдокимова¹, О.М. Бабешко²

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Кубанский государственный университет, г. Краснодар
babeshko41@mail.ru

При помощи метода блочного элемента, разработанного в Южном научном центре РАН, рассмотрена проблема прогноза землетрясений. Установлено, что существует новый тип землетрясений, названных «стартовыми», который не был описан ни в одной работе по сейсмологии. Эти землетрясения возникают в коре Земли в момент полного сближения литосферных плит. Их происхождение связано с концентрацией контактных напряжений под плитами. Слоистые основания моделируются трехмерными телами, в то время как литосферные плиты, в соответствии с масштабами Земли, – пластинами Кирхгофа. В работе исследуется концентрация напряжений под плитами для разных взаимных положений при их сближении торцами. Рассматриваются случаи наличия расстояния между плитами и его отсутствия. Показано, что получаемый результат недоступен методу конечного элемента и другим численным методам, опирающимся на использование интеграла энергии, поскольку концентрация напряжений описывается сингулярной функцией. Топологический метод блочного элемента позволил преодолеть трудности, останавливающие применение численных методов.

Применяемый метод блочного элемента является дополнением к другим численным и аналитическим методам; он позволил, в отличие от названных, достичь цели в исследовании возможности прогноза землетрясений [Babeshko et al., 2009; 2016a]. Он выявил новый тип землетрясения и объяснил известные явления, их сопровождающие [Babeshko et al., 2016b; 2017]. До появления этого метода было достаточно много нареканий в адрес метода конечного элемента о том, что он не всегда точен, погрешность растет с уменьшением размеров конечных элементов. Высказывались мнения, что метод, наряду с неспособностью решать граничные задачи в неограниченных областях, не может правильно описывать функции, содержащие интегрируемые особенности [Babeshko et al., 2016a]. В то же время это один из универсальных численных методов, для применения которого разработаны многочисленные прикладные программы, применимые в разных областях. Примером может служить программный комплекс COMCOL. Однако интерес к созданию в дополнение к методу конечного элемента иного подхода, аналитического или численно-аналитического, не снимался с повестки дня. В работах [Babeshko et al., 2009; 2016a] был предложен новый подход, названный методом блочного элемента. Его создание диктовалось не только стремлением дополнить метод конечного элемента, но также и требованиями сейсмологии, пришедшей со временем к модели блочного строения коры Земли, уточняющей слоистую модель. Теория блочных структур, состоящих из деформируемых блоков сложной формы, по-разному взаимодействующих на границах между собой, совершенно не разработана. Комплекс COMCOL содержит раздел программ Bodies, однако, как будет объяснено ниже, эти программы оказываются несостоятельными правильно описывать решение для некоторых типов граничных задач даже для простой блочной структуры, состоящей из трех

классических блоков. Как раз этот класс граничных задач оказывается доступным для исследования и решения методом блочного элемента. Второе обстоятельство, приведшее к разработке теории блочных структур и, как следствие, появлению метода блочного элемента, это необходимость совершенствования исследований в области сейсмологии, а также теории наиболее опасных скрытых дефектов в покрытиях материалов. Метод блочного элемента является высокоточным, позволяет удовлетворять системам дифференциальных уравнений в частных производных граничных задач и объединяет одновременно несколько методов, являясь конвергентным [Babeshko et al., 2016a]. В области сейсмологии в многочисленных работах детально изучены механизмы возникновения землетрясений как результата разрыва сплошности деформируемой среды в эпицентре, а также последствия землетрясений, состоящие в появлении и распространении сейсмических волн.

Исследованиям землетрясений посвящено огромное количество работ ученых разных стран. К числу первых исследователей, наблюдавших последствия Калифорнийского землетрясения 1906 г. и сделавшего верные по тем временам заключения о его причине, следует отнести Рейда [Reid, 1910]. Он понял, что землетрясения происходят в связи с накоплением энергии в коре Земли, которая высвобождается, разорвав слой сдвигом либо растяжением.

Основа для исследования поставленной Рейдом проблемы была заложена основоположником теории трещин Гриффитцем (Griffith) [Griffith, 1920]. К этому времени уже успешно изучались возникающие при землетрясениях сейсмические волны, в том числе открытые Лембом [Lamb, 1904] и Герглотцем [Herglotz, 1907]. В 1923 г. Накано [Nakano, 1923] поставил задачу нахождения таких источников, действующих в глубине Земли, которые вызывали бы на поверхности такие же знаки первых вступлений волн, как и при реальных землетрясениях. В 1935 г. эту проблему решил Ляв [Love, 1927], построив некоторые дипольные источники. Эти подходы применялись и развивались Хондой [Honda, 1959], Ходгсоном [Hodgson, 1957]. В дальнейшем в работах была принята вместо точечной модели источников в очаге землетрясений дислокационная модель. Она оказалась более реальной в связи с размерами очагов землетрясений.

Дальнейшее развитие математических методов позволило более полно использовать аппарат математической физики и теории упругости. В работах Кострова [Костров, 1975] был использован для описания очага землетрясения динамический вариант функций Грина. Использование этого математического аппарата позволило получить выражение для элементов упругого поля в любой точке через вектор скачка смещения на разрыве. Он получался как функция координат на разрыве и времени. Начиная с этих работ строились различные модели землетрясений, отталкиваясь от геометрии разрыва, который принимался как трещина с плоскостью различной ориентации, производилось исследование глубинного строения. Здесь в первую очередь надо назвать работы, связанные с исследованиями скоростей и типов волн, проходивших через глубинные зоны Земли. Именно таким путем граница между корой Земли и верхней мантией Мохоровичича [Gutenberg, 1954] была установлена югославским ученым (1909). Граница между гранитным и базальтовым слоями в коре Земли была обнаружена австрийским ученым Конрадом [Gutenberg, 1954] (1925). Американский ученый Гутенберг [Gutenberg, 1954] обнаружил границы ядра Земли и слой между верхней мантией и корой, названную астеносферой. Гутенберг и Рихтер [Gutenberg, Richter, 1956] построили шкалу магнитуд землетрясений, вводя таким образом возможность классифицировать энергетическую мощность землетрясений, а Рихтер построил шкалу балльности землетрясений, приближенную к оценке воздействий землетрясений на поверхности Земли.

Российский ученый Б.Б. Голицын [Голицын, 1960] исследовал особенности прохождения волн в верхней мантии и коре Земли. Развитие математики и вычислительных машин привело к бурным исследованиям прохождения сейсмических волн по поверхности и в глубинных слоях Земли, их воздействию на поверхностные и глубинные объекты. Другое важное направление связано с изучением типов сейсмических волн, вызываемых различными формами разрывов слоев Земли при происходящих в зоне эпицентров землетрясений сдвигах, изгибах и кручениях среды. Таким образом, достаточно хорошо исследованы вопросы поведения эпицентра землетрясений, возбуждающих сейсмические волны, и последствий их прохождения как на поверхности, так и в глубинных слоях Земли. Вопрос прогноза землетрясений был в значительной степени перенесен в область поиска различных типов предвестников землетрясений. В настоящее время запатентовано в разных странах более ста способов прогноза землетрясений. Уровень способов разнообразный, от требования непрерывного наблюдения за сейсмическими станциями, наклономерами, GPS-приемниками, средствами космического наблюдения, до самых экзотических, требующих наблюдения за поведением животных. Увеличение количества сейсмических станций, как показала практика, не дало положительного результата. Вышеупомянутый российский ученый Голицын в отношении исследования землетрясений также высказался в пользу поиска связи с механикой: «Мы видим, таким образом, что учение о землетрясениях, как о некотором механическом процессе, тесно связано с теорией упругости».

В работах [Гамбурцев, 1982; Садовский и др., 1987] высказано мнение, что вопрос прогноза землетрясений должен решаться на основе привлечения методов механики деформируемых тел, представляющих

кору Земли как блочную структуру. Была разработана механическая концепция прогноза землетрясений, создан геофизический полигон, были вовлечены ученые России и зарубежных стран, в частности Ассоциации институтов сейсмологии США (IRIS) и Ассоциации сейсмической защиты стран-участников Чёрноморского экономического сотрудничества (BSEC) [Babeshko et al., 2016a]. Для ряда реально происходивших землетрясений форма поверхности Земли приобрела вид, совпадающий с расчетным. Таким образом, имеются основания предположить, что это результат проявления нового типа ранее не описанных землетрясений, названных стартовыми. Этот тип землетрясений можно прогнозировать. Таким образом, в теории сейсмических исследований открывается возможность выделить тип землетрясений, названных стартовыми. В связи с возможностью их прогноза можно избегать последствий ущербов от них, это касается прежде всего защиты жизни населения.

Результаты исследований докладывались в ряде университетов США и Европы и на многочисленных конференциях, опубликованы на сайте Еврокомиссии [http://rp7.ffg.at/eu-russian_opendays]. Наиболее важные результаты получены в последние годы, они находятся в стадии постоянного совершенствования и уточнения. Один из авторов исследования награжден золотой медалью и дипломом научно-промышленной палаты Евросоюза и получил право дипломатической миссии в любую из их стран.

Таким образом, благодаря деятельности ЮНЦ РАН получены научные результаты, получившие признание далеко за пределами России.

Отдельные фрагменты работы выполнены в рамках реализации Госзадания ЮНЦ РАН на 2017 г., проекты (9.8753.2017/БЧ), (0256-2014-0006), а также Программы Президиума РАН 1-33П, проекты с (0256-2015-0088) по (0256-2015-0093).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гамбурцев Г.А. Перспективный план исследований по проблеме «Изыскание и развитие методов прогноза землетрясений». Развитие идей Г.А. Гамбурцева в геофизике. М.: Наука, 1982.

Голицын Б.Б. Избранные труды. Т. 2. Сейсмология / отв. ред. В.Ф. Бончковский. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 491 с.
Костров Б.В. Механика очага тектонического землетрясения. М.: Наука, 1975. 176 с.

Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. М.: Наука, 1987. 104 с.

Babeshko V.A., Evdokimova O.V., Babeshko O.M. Action of the semi-infinite plates on the elastic layer. Elsevier, Procedia IUTAM. 20 (2017). P. 50–55. URL: www.elsevier.com/locate/procedia

Babeshko V.A., Evdokimova O.V., Babeshko O.M. On the Theory of a Block Element // Doklady Physics. 2009. Vol. 54. Iss. 7. P. 329–332.

Babeshko V.A., Evdokimova O.V., Babeshko O.M. Properties of “Started” Earthquake // Doklady Physics. 2016a. Vol. 61. No. 4. P. 188–191.

Babeshko V.A., Evdokimova O.V., Babeshko O.M. The Theory of the Starting Earthquake // Ecological Bulletin of Research Centers of the Black Sea Economic Cooperation. 2016b. No. 1. Vol. 2. P. 37–80.

Griffith A. The Phenomena of Rupture in Solids. Trans. R. Soc. London, 221A, 163–197, 1920.

Gutenberg B., Richter C. Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration // BSSA. 1956. Vol. 46. No. 1. P. 105–145.

Gutenberg B., Richter C. Seismicity of the Earth and associated phenomena. Princeton Univ. Press, 1954. 310 p.

Herglotz G. Benndorfsche Problem der Fortplanzungsgeschwindigkeit der Fredbebenstrahlen // Phys. Z. 1907. Jg. Vol. 8. No. 5.

Hodgson. Nature of faulting in large earthquake // Bull Geol. Soc America. 1957. Vol. 68. No. 5.

Honda H. The elastic waves generated from a spherical source // Sci. Pept Tohoku Univ. Ser. 5. Geophys. 1959. Vol. 11. No. 3.

Lamb H. On the propagation of tremors over the surface of an elastic solid // Philos. Trans. Roy. Soc. London. Ser. A. 1904. Vol. 203. No. 359.

Love A. A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity. Cambridge, 1927. P. 672.

Nakano H. Notes on the nature of the forces which gave rise the earthquake motions Seismol // Bull Centr. Meteorol. Obs. Japa. 1923. No. 1.

Reid N.F. The Mechanism of the Earthquake. The California Earthquake of April 18, 1906. Rep. of the State Investigation Commiss. Vol. 2. Pt. 1. Washington, 1910. 56 p.

URL: http://rp7.ffg.at/eu-russian_opendays

НИЗКОЧАСТОТНЫЙ МЕТОД МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И СТРУКТУРЫ КОНСТРУКЦИЙ

**О.В. Бочарова¹, И.Е. Анджинович²,
А.В. Седов¹, В.В. Калинин^{1,2}**

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
vkalin415@mail.ru

Низкочастотные методы мониторинга состояния и структуры в процессе эксплуатации конструкций ответственного назначения основаны на контроле частот собственных колебаний [Есипов, Мухортов и др., 2008], особенностей взаимодействия сенсоров с контролируемым объектом [Полякова, Калинин, 1993; Белянкова, Калинин, 1993], резонансных эффектов при взаимодействии с массивными телами [Белянкова, Калинин, 1994]. В работе [Ахтямов, 2013] приведен метод идентификации полости балки по двум собственным частотам изгибных колебаний, взятым из разных спектров. В статье [Bocharova, 2014] идентификация размеров полости в упругом цилиндре основана на использовании характеристик его продольных колебаний и методов теории возмущений. В работе [Денина, 2012] разработаны методики определения механических характеристик неоднородных структур за счет использования параметров объемных колебаний. В работах [Бочарова, Седов и др., 2016; Бочарова, Анджинович и др., 2017] развит метод, основанный на анализе параметров поверхностного волнового поля, созданного ударным возмущением. В основе метода лежит регистрация параметров поверхностного волнового поля с последующей математической обработкой зарегистрированного сигнала [Седов, 2010]. В настоящей работе этот метод использован для идентификации параметров полостей по характеристикам поверхностного волнового поля.

Методы исследования. Предлагаемый метод низкочастотной диагностики внутренних неоднородностей опирается на результаты экспериментальных исследований волнового поля на поверхности образца, выполненного из низкоскоростного материала. Для этих целей был использован многофункциональный измерительный комплекс [Бочарова, Анджинович и др., 2017], позволяющий проводить исследования, сопоставлять сигналы и строить спектральные характеристики датчиками различного типа.

Поверхностная волна создается воздействием электромагнитного ударного устройства. Ее прохождение регистрируется акселерометром В&К, усиливается усилителем заряда В&К 2626 и после оцифровки блоком АЦП L-Card (E14-140). Далее сигнал обрабатывается в программе PowerGraph на компьютере. Для определения в образце неоднородности и ее параметров сигнал обрабатывался при помощи биспектрального метода [Седов, 2010]. С этой целью возникшие колебания $f(t)$, $t \in [0, T_H]$ фиксировались датчиком в течение временного интервала T_H . Традиционно для обработки регистрируемого сигнала применяются спектральные методы, статистические подходы, корреляционная обработка, вейвлет-преобразование сигналов, подходы на основе использования искусственных нейронных сетей. В настоящей работе используется метод, основанный на использовании оптимальных ортогональных разложений сигналов по базису, адаптивно настраиваемому по обучающей выборке. Этот подход представляется перспективным и имеет целый ряд преимуществ, главным из которых является адаптивная настройка ортогонального базиса по заданным параметрам.

Распознавание графиков функций $f(t)$ низкочастотного отклика на внешнее ударное воздействие F при диагностике конструкций формально можно описать следующим образом. Каждый график $f_i(t)$ может рассматриваться как вектор действительных значений $f_i = [f_{i1}, f_{i2}, f_{i3}, \dots, f_{iN}]^T \in \mathbf{R}^N$ изменения отклика во времени. Шаг дискретизации Δt во времени или число отсчетов N на интервале наблюдения выбраны в соответствии с теоремой дискретизации [Седов, 2010].

Условно число векторов f_i в исследуемой выборке $\{f_1, f_2, f_3, \dots, f_n\} \in \mathbf{R}^{N \times n}$ определяется числом n распознаваемых дефектов в конструкции. Изначально набор векторов $\{f_1, f_2, f_3, \dots, f_n\}$ линейно зависимый. Это объясняется избыточной размерностью N векторов f_i близостью форм графиков.

Основа распознавания – это нахождение ортогонального преобразования $\Xi \in \mathbf{R}^{N \times m}$ матрицы $\mathbf{f} \in \mathbf{R}^{n \times N}$ в матрицу $\mathbf{A} \in \mathbf{R}^{n \times m}$ вида $\mathbf{A} = \mathbf{f}\Xi$, исключающего избыточную размерность \mathbf{f} , связанную с малоинформативными, зачастую случайными вариациями графиков. Матрица $\Xi = [\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \dots, \zeta_m]$ при этом определяет такое

линейное подпространство в \mathbf{R}^N , для которого верно, что множество возможных линейных комбинаций ее векторов также является линейным пространством – линейной оболочкой

$$\text{span}\{\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \dots, \zeta_m\} = \left\{ \sum_{j=1}^m \beta_j \zeta_j : \beta_j \in \mathbf{R} \right\}.$$

При этом векторы $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \dots, \zeta_m$ образуют ортонормированный базис в \mathbf{R}^N и для матрицы Ξ верно $\Xi^T \Xi = I_m$. Условно матрицу Ξ можно рассматривать как матрицу ортогонального сжатия линейного пространства \mathbf{R}^N в пространство \mathbf{R}^m . Векторы $f_i \in \mathbf{R}^N$ откликов преобразуются с помощью Ξ в образы $A_i \in \mathbf{R}^m$, причем $m < N$ и при этом вся исследуемая матрица откликов \mathbf{f} преобразуется в матрицу образов $\mathbf{A} = [A_1, A_2, A_3, \dots, A_n]^T \in \mathbf{R}^{m \times n}$. В общем виде ортогональное разложение исходных векторов $f_i \in \mathbf{R}^N$ по базису Ξ можно представить в виде $f_i = \Xi A_i + A_0$, где A_0 – постоянная составляющая преобразования.

Ортонормированный базис $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \dots, \zeta_m$ при этом является адаптивно настраиваемым, обучаемым и зависящим от распознаваемой выборки $\{f_1, f_2, f_3, \dots, f_n\} \in \mathbf{R}^{N \times n}$. При определении базиса решается комплекс оптимизационных задач, в частности:

1) наилучшей воспроизводимости: $\|\mathbf{f} - \mathbf{A}\Xi^T - \mathbf{A}_0\|_2 \rightarrow \min$, где $\mathbf{A}_0 \in \mathbf{R}^{m \times n}$ – матрица постоянных составляющих преобразования, состоящая из векторов A_0 ;

2) ортонормированности базиса: $\|\Xi^T \Xi - I_m\|_2 \rightarrow \min$;

3) наилучшей различимости: $d^2(\mathbf{A}) = \frac{1}{m^2 - m} \sum_{i \neq j} \|A_i - A_j\|_2 \rightarrow \max$.

Для прозрачности графической и физической интерпретации распознавание дефектов в образцах будем осуществлять по образам $A_i = (a_{i1}, a_{i2}) \in \mathbf{R}^2$ в двумерном признаковом пространстве. Как показали исследования, указанная размерность признакового пространства достаточна для проведения качественной диагностики образцов.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследования были проведены эксперименты по исследованию возможностей дефектоскопии на определение размеров неоднородности D и глубины залегания h неоднородности. Рисунок 1 иллюстрирует результаты построения признакового диагностического пространства и расположения образов для образцов с полостями различного размера и заглубления.

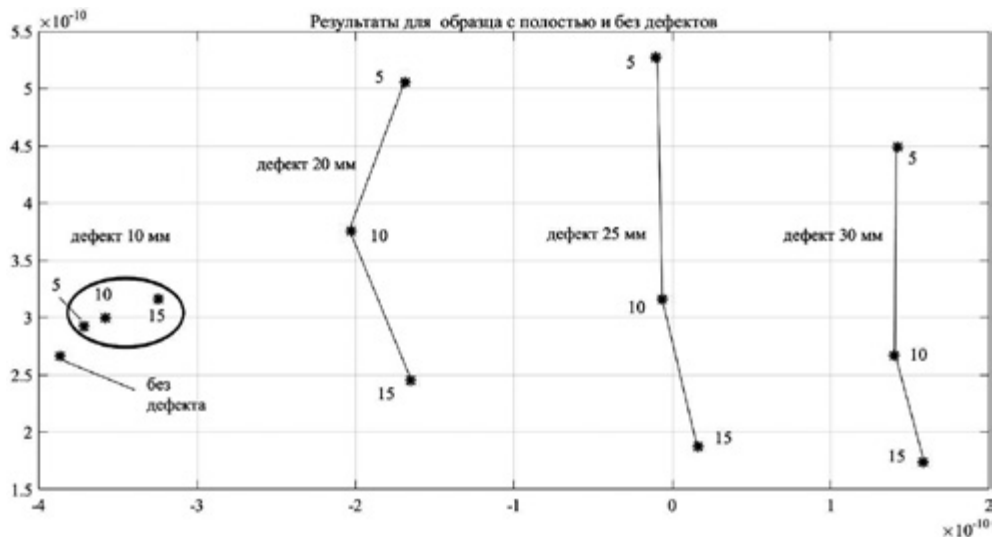


Рис. 1

Расположение образов в пространстве распознавания для образцов с полостями различного размера и заглубления

Как следует из представленных на рисунке 1 образов, имеет место четкое распределение образов в пространстве распознавания в зависимости от параметров неоднородности (размер и глубина залегания). Это подтверждает эффективность предложенного метода к повышению информативности сигналов при решении задач определения скрытых дефектов.

Выводы:

1) Создана экспериментальная установка, позволяющая в лабораторных условиях контролировать параметры поверхностного волнового поля на образцах, ослабленных наличием дефекта.

- 2) Предложен биспектральный метод к обработке сигналов в задачах распознавания скрытых дефектов по функции отклика на поверхности среды, основанный на адаптивно настраиваемом ортонормированном базисе.
- 3) Использование предложенного метода обеспечивает четкое распознавание параметров дефекта (размер и глубина залегания) в диагностическом пространстве образов, что может представлять интерес при решении задач определения скрытых дефектов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект 14-19-01676.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ахтямов А.М., Каримов А.Р. Диагностирование полости в призматической балке // Дефектоскопия. 2013. № 3. С. 15–20.
- Белянкова Т.И., Калинин В.В. Динамика массивного тела, взаимодействующего с предварительно напряженным полупространством // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 1994. № 6. С. 83–94.
- Белянкова Т.И., Калинин В.В. О взаимодействии осциллирующего штампа с предварительно напряженным полупространством // Прикладная математика и механика. 1993. Т. 57. № 4. С. 123–134.
- Бочарова О.В., Анджинович И.Е., Седов А.В., Калинин В.В. Возможности биспектрального подхода к обработке сигнала // Измерительная техника. 2017. № 9. С. 62–65.
- Бочарова О.В., Седов А.В., Анджинович И.Е., Калинин В.В. Об одном методе идентификации дефектов, основанном на контроле структуры и особенностей поверхностных волновых полей // Дефектоскопия. 2016. Т. 52. № 7. С. 21–28.
- Ватульян А.О., Денина О.В. Об одном способе определения упругих характеристик для неоднородных тел // Прикладная механика и техническая физика. 2012. Т. 53. № 2. С. 137–147.
- Есипов Ю.В., Мухортов В.М., Калинин В.В. Испытательная установка для анализа деформации моделей трехмерных конструкций // Измерительная техника. 2008. № 10. С. 39–42.
- Калинчук В.В., Полякова И.Б. О вибрации штампа на поверхности предварительно напряженного полупространства // Прикладная механика. 1982. Т. 18. № 6. С. 22–27.
- Седов А.В. Моделирование объектов с дискретно-распределенными параметрами: декомпозиционный подход. М.: Наука, 2010. 438 с.
- Bocharova O.V. On inverse problem of identification the cavity in the elastic cylinder // Journal of Physics: Conference Series. 2014. Vol. 490. No. 1. P. 012057.

УПРАВЛЯЕМЫЕ НЕРАВНОМЕРНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ В ОРИЕНТИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБКАХ КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ НАНОПЬЕЗОТРОНИКИ

М.В. Ильина, О.И. Ильин, Ю.Ф. Блинов, О.А. Агеев

Южный федеральный университет,
Научно-образовательный центр «Нанотехнологии», г. Таганрог
mailina@sfedu.ru

Переход электроники в наноразмерную область привел к тому, что на электрические свойства материалов существенное влияние начали оказывать флексоэлектрический эффект, определяющий связь между поляризацией и градиентом деформации, и поверхностный пьезоэлектрический эффект, которым в объемных материалах пренебрегали из-за незначительной величины [Yudin, Tagantsev, 2013; Zhang, Wang и др., 2014]. В связи

с этим выделилось новое направление развития современной электроники – нанопьезотроника [Wang, 2007], в основе которого лежит исследование флексо- и пьезоэлектрических свойств наноструктур для создания новых устройств. Базовым элементом нанопьезотроники являются двухэлектродные структуры, в которых внутреннее электрическое поле механически напряженных наноструктур используется для управления транспортом носителей зарядов [Wang, 2010; Wen et al., 2014]. Фундаментальные основы нанопьезотроники были заложены менее десяти лет назад [Zhang, Liu et al., 2011]. А поиск перспективных наноструктур для создания на их основе нанохарвестеров, энергонезависимой памяти, сенсоров и т.д. продолжается и в настоящее время [Jiang, Huang et al., 2013; Wang, 2010; Yan, 2017].

Особое внимание в этом направлении уделяется углеродным наноструктурам, отличающимся высокими значениями масштабируемости, прочности, упругости и проявляющим при этом аномальные пьезоэлектрические свойства [Chandratre, Sharma, 2012; Cunha Rodrigues da et al., 2015; Kundalwal, Meguid et al., 2017; Wang et al., 2015]. Так, имеются сообщения об исследовании флексо- и пьезоэлектрических свойств графена и возможности проявления аналогичных свойств у углеродных нанотрубок (УНТ) [Kundalwal, Meguid et al., 2017; Kvashnin, Sorokin et al., 2015]. При этом механизм возникновения поверхностного пьезоэлектрического эффекта в углеродных наноструктурах отличается от классического объемного эффекта и, предположительно, связан с асимметричным перераспределением плотности электронов углерода при его деформации, которое приводит в свою очередь к формированию в углеродных наноструктурах области с низкой плотностью носителей заряда и значительному росту длины экранирования [Wang et al., 2015]. Однако обозначенное направление исследований находится на начальном этапе и требует дальнейшего изучения.

Целью работы является исследование влияния контролируемых неравномерных деформаций углеродных нанотрубок на токопрохождение в двухэлектродных структурах на их основе для разработки перспективных элементов нанопьезотроники.

В качестве экспериментального образца использовался массив вертикально ориентированных углеродных нанотрубок, выращенный методом плазмохимического осаждения из газовой фазы (PECVD). На рисунке 1а представлено изображение массива УНТ, полученное методом растровой электронной микроскопии (РЭМ). Статистическая обработка РЭМ-изображения показала, что высота и диаметр УНТ составляют $L = 2,23 \pm 0,37$ мкм и $D = 108 \pm 39$ нм соответственно. Модуль Юнга, определенный на основе ранее разработанной методики [Агеев и др., 2011], равен $Y = 1,05 \pm 0,21$ ТПа. Также с использованием рамановского спектрометра Renishaw InVia Reflex и просвечивающего микроскопа (ПЭМ) Tescan Osiris проводился структурный анализ экспериментального образца, который показал, что образец является многослойными углеродными нанотрубками, имеющими бамбукообразные дефекты (рис. 1б).

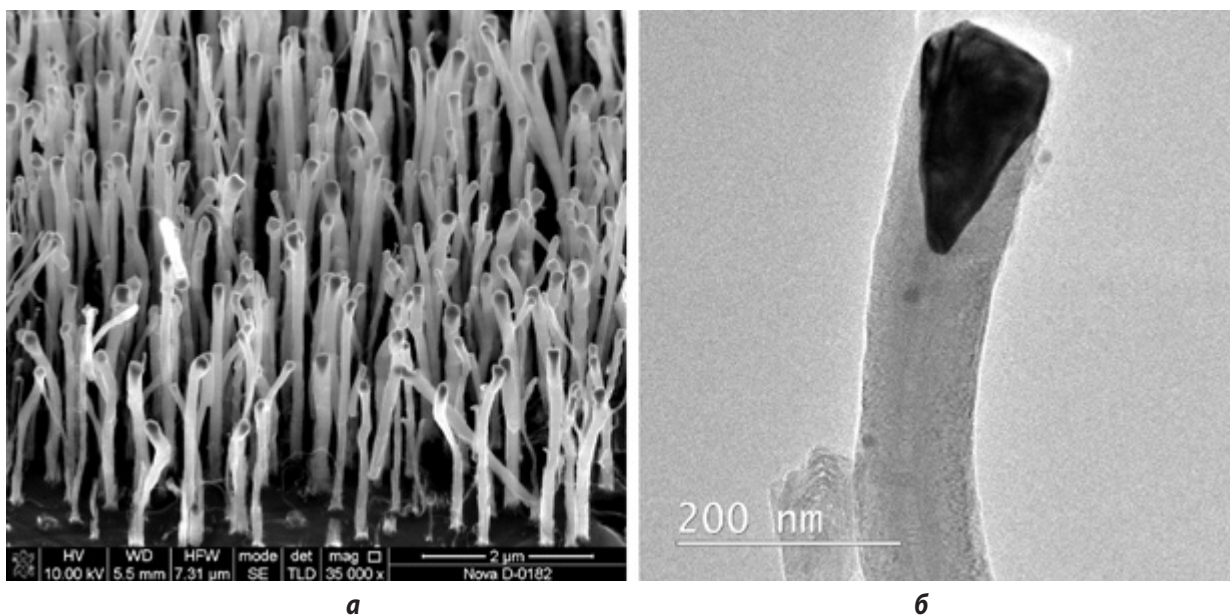


Рис. 1

Экспериментальный образец с вертикально ориентированными углеродными нанотрубками:
а – РЭМ-изображение; б – ПЭМ-изображение

Контролируемая неравномерная деформация в УНТ формировалась под действием локального электрического поля с использованием метода сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) на зондовой нанолабо-

ратории Ntegra. Для этого при фиксированной величине туннельного зазора d между вершиной УНТ и зондом СТМ подавалось напряжение и формировалось неоднородное электрическое поле в зазоре. В результате нанотрубка удлинялась и касалась зонда СТМ. Величина напряженности внешнего поля, необходимая для выполнения условия $\Delta L_0 = d$, определялась на основании моделирования деформации УНТ [Il'ina et al., 2017]. Максимальное значение внешнего поля ограничивалось значением адгезионной прочности соединения УНТ с подложкой [Агеев и др., 2016]. Деформация УНТ сохранялась и после снятия внешнего электрического поля под действием сил Ван-дер-Ваальса между зондом и вершиной УНТ. В результате на основе УНТ формировалась двухэлектродная структура, в которой верхним электродом выступал вольфрамовый зонд СТМ, нижним электродом – проводящий слой на подложке с УНТ.

На рисунке 2 представлены вольтамперные характеристики (ВАХ) двухэлектродной структуры на основе неравномерно деформированной УНТ ($L = 2,2 \mu\text{м}$, $D = 92 \text{ нм}$), полученные при разных значениях деформации ΔL_0 . Анализ ВАХ показал, что с увеличением значения ΔL_0 от 0,5 до 1,5 нм сопротивление УНТ в высокоомном состоянии R_{HR} возрастает от 48 до 252 МОм и площадь петли гистерезиса ВАХ увеличивается от 28 до 115 нВт, что связано с ростом внутреннего электрического поля углеродной нанотрубки [Il'ina et al., 2017]. При этом сопротивление УНТ в низкоомном состоянии R_{LR} меняется не существенно. Дальнейшее увеличение деформации ΔL_0 до 3,0 нм приводит к значительному росту сопротивления R_{LR} , что связано с тем, что величина внутреннего электрического поля, возникающего при формировании деформации ΔL_0 , не может быть скомпенсирована проявлением пьезоэлектрического эффекта при дальнейшем приложении внешнего поля [Агеев и др., 2015а; Il'ina et al., 2017]. При малой деформации ($\Delta L_0 = 0,5 \text{ нм}$) сопротивления нанотрубки в высокоомном R_{HR} и низкоомном R_{LR} состояниях незначительно отклоняются от сопротивления, определяемого ее удельным сопротивлением [Агеев и др., 2015b].

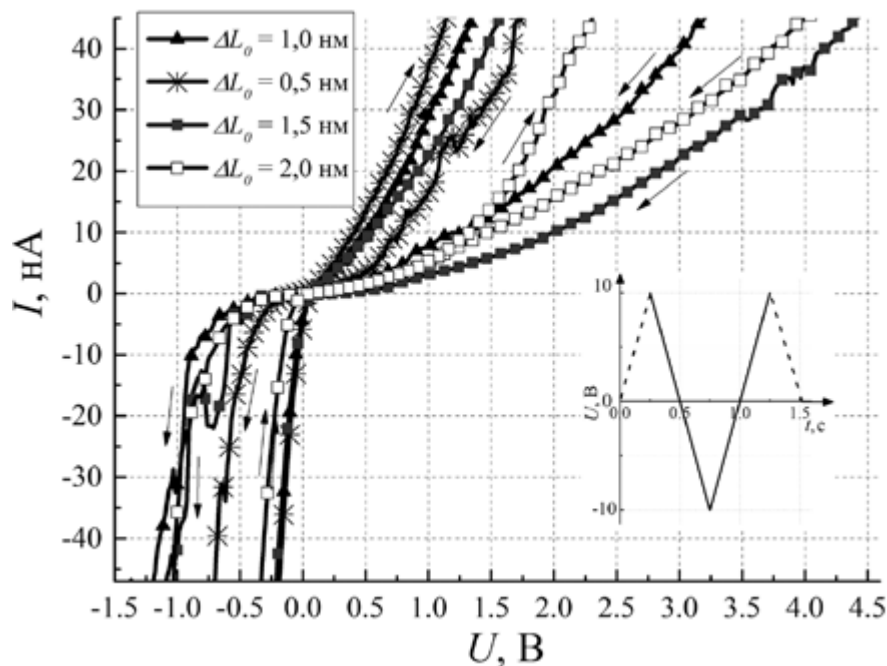


Рис. 2

Экспериментальные исследования влияния неравномерных деформаций УНТ на ВАХ двухэлектродной структуры на ее основе

Таким образом, деформация нанотрубки выступает в качестве источника дополнительного сопротивления, перераспределение которого при приложении внешнего электрического поля приводит к изменению сопротивления нанотрубки под действием пьезоэлектрического эффекта и возникновению гистерезиса ВАХ. Данная зависимость может быть использована при разработке энергонезависимых элементов памяти, в частности мемристорных структур [Агеев и др., 2013; Il'ina et al., 2017; Ilina et al., 2016].

Кроме того, исследования поверхностного потенциала неравномерно деформированных УНТ, образующих пучок, методом зонда Кельвина показали, что на вершинах пучков УНТ наблюдается отрицательный поверхностный потенциал, величина которого зависит от диаметра пучка и достигает -42 мВ . У основания пучков наблюдается положительный потенциал до 40 мВ . При этом потенциал на вершинах недеформированных УНТ близок к нулю. Полученные результаты, которые подтверждаются проявлением пьезоэлектрического эффек-

та в углеродных нанотрубках [Агеев и др., 2015a; Il'ina et al., 2017], могут быть использованы при разработке нанохарвесторов на основе УНТ.

Таким образом, показано, что неравномерные деформации в углеродных нанотрубках влияют на токопрохождение в двухэлектродных структурах на их основе и приводят к возникновению двух стабильных состояний сопротивления, что может быть использовано при разработке перспективных энергонезависимых запоминающих устройств на их основе. Кроме того, неравномерные деформации являются источником поверхностного потенциала на УНТ, что может быть использовано при разработке нового типа нанохарвесторов.

Результаты получены с использованием оборудования НОЦ и ЦКП «Нанотехнологии» Южного федерального университета.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-29-14023 офу_м) и внутреннего гранта ЮФУ (НИР № ВнГр-07/2017-26).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агеев О.А. и др. Исследование резистивного переключения вертикально ориентированной углеродной нанотрубки методами сканирующей зондовой микроскопии // Физика твердого тела. 2015a. Т. 57. № 4. С. 807–813.

Агеев О.А. и др. Мемристорный эффект на пучках вертикально ориентированных углеродных нанотрубок при исследовании методом сканирующей туннельной микроскопии // Журнал технической физики. 2013. Т. 83. № 12. С. 128–133.

Агеев О.А. и др. Определение удельного сопротивления вертикально ориентированных углеродных нанотрубок методами сканирующей зондовой микроскопии // Журнал технической физики. 2015b. Т. 85. № 7. С. 100–106.

Агеев О.А. и др. Разработка методики определения модуля Юнга вертикально ориентированных углеродных нанотрубок методом наноиндентирования // Российские нанотехнологии. 2011. Т. 7. № 1–2. С. 28–33.

Агеев О.А. и др. Исследование адгезии вертикально ориентированных углеродных нанотрубок к подложке методом атомно-силовой микроскопии // Физика твердого тела. 2016. Т. 58. № 2. С. 301–306.

Chandratte S., Sharma P. Coaxing graphene to be piezoelectric // Appl. Phys. Lett. 2012. Vol. 100. No. 2. С. 15–17.

Cunha Rodrigues G. da et al. Strong piezoelectricity in single-layer graphene deposited on SiO₂ grating substrates // Nat. Commun. 2015. Vol. 6. May. P. 7572.

Il'ina M.V. et al. Memristive switching mechanism of vertically aligned carbon nanotubes // Carbon. 2017. Vol. 123. P. 514–524.

Ilina M.V. et al. Resistive switching of vertically aligned carbon nanotube by a compressive strain // Proc. SPIE. 2016. Vol. 10224. P. 102240U.

Jiang X., Huang W., Zhang S. Flexoelectric nano-generator: Materials, structures and devices // Nano Energy. 2013. Vol. 2. No. 6. P. 1079–1092.

Kundalwal S.I., Meguid S.A., Weng G.J. Strain gradient polarization in graphene // Carbon. 2017. Vol. 117. P. 462–472.

Kvashnin A.G., Sorokin P.B., Yakobson B.I. Flexoelectricity in carbon nanostructures: Nanotubes, fullerenes, and nanocones // J. Phys. Chem. Lett. 2015. Vol. 6. No. 14. P. 2740–2744.

Wang X. et al. Observation of a giant two-dimensional band-piezoelectric effect on biaxial-strained graphene // NPG Asia Mater. 2015. Vol. 7. No. 1. P. e154.

Wang Z.L. Nanopiezotronics // Adv. Mater. 2007. Vol. 19. No. 6. P. 889–892.

Wang Z.L. Piezopotential gated nanowire devices: Piezotronics and piezo-phototronics // Nano Today. 2010. Vol. 5. No.6. P. 540–552.

Wen X. et al. Development and progress in piezotronics // Nano Energy. 2014. Vol. 14. P. 276–295.

Yan Z. Modeling of a nanoscale flexoelectric energy harvester with surface effects // Phys. E Low-Dimensional Syst. Nanostructures. 2017. Vol. 88. No. 12. 2016. P. 125–132.

Yudin P.V., Tagantsev A.K. Fundamentals of flexoelectricity in solids // Nanotechnology. 2013. Vol. 24. No. 43. P. 432001.

Zhang J., Wang C., Bowen C. Piezoelectric effects and electromechanical theories at the nanoscale // Nanoscale. 2014. Vol. 6. No. 22. P. 13314–27.

Zhang Y., Liu Y., Wang Z.L. Fundamental theory of piezotronics // Adv. Mater. 2011. Vol. 23. No. 27. P. 3004–3013.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ НЕОДНОРОДНОГО ПРЕДНАПРЯЖЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТОУПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА

М.О. Леви, Т.И. Белянкова

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
mlevi@mindoline.ru

Использование электроупругих и магнитоупругих акустических волн представляет значительный интерес при проектировании и разработке новых типов акустоэлектронных приборов и устройств. Связанность упругих, электрических и магнитных полей определяет необходимость разработки и исследования соответствующих математических моделей с целью обнаружения новых эффектов, позволяющих улучшить характеристики и управляемость устройств на поверхностных акустических волнах [Белянкова и др., 2010; Белянкова и др., 2011; Калинин и др., 2013; Леви, 2011; Леви и др., 2012]. Особое место занимают исследования динамики преднапряженных электромагнитоупругих тел [Белянкова, Калинин, 2016], поскольку учет начальных напряжений важен в устройствах, работающих в условиях больших динамических нагрузок. В работе [Rong, Pang, Feng, 2014] показано влияние начальных напряжений и граничных условий на волны Релея в электромагнитоупругом полупространстве. В статье [Li, Wei, 2014] исследована роль начальных напряжений в функционально-градиентном электромагнитоупругом полупространстве. [Du, Xu, Wang, 2014] исследуют волну Лява в электромагнитоупругих структурах с начальным напряжением. С другой стороны, в отличие от статей, посвященных начальным напряжениям, количество статей, изучающих распространение волн в электромагнитоупругой среде с начальной деформацией, всё еще ограничено. В настоящей работе исследовано влияние начальной деформации, подвергнутой одновременному гидростатическому растяжению и сжатию различных частей электромагнитоупругой среды.

Постановка задачи. Рассматривается динамическая связанная задача о распространении волн в предварительно напряженном структурно-неоднородном электромагнитоупругом полупространстве. В безобменном приближении задача описывается системой линеаризованных уравнений [Белянкова, Калинин, 2016]:

$$\nabla \cdot \Theta^{(n)} = \rho^{(n)} \frac{\partial^2 \mathbf{u}^{(n)}}{\partial t^2}, \quad \nabla \cdot \mathbf{D}^{(n)} = 0, \quad \nabla \cdot \mathbf{B}^{(n)} = 0. \quad (1)$$

Здесь $\rho^{(n)}$ – плотность материала слоя ($n = 1$) или полупространства ($n = 2$), $\mathbf{u}^{(n)} = \{u_1^{(n)}, u_2^{(n)}, u_3^{(n)}, u_4^{(n)}, u_5^{(n)}\}$ – расширенный вектор перемещения произвольной точки среды, ($u_4^{(n)}$ и $u_5^{(n)}$ соответственно потенциалы электрического и магнитного полей). $\Theta^{(n)}$, $\mathbf{D}^{(n)}$ и $\mathbf{B}^{(n)}$, – линеаризованные тензор напряжений и вектор индукции электрического и магнитного полей соответственно. Их компоненты определяются по формулам:

$$\begin{aligned} \Theta_{lk}^{(n)} &= c_{lksp}^{(n)*} u_{s,p}^{(n)} + e_{lkp}^{(n)*} u_{4,p}^{(n)} - f_{lkp}^{(n)*} u_{5,p}^{(n)} \\ d_l^{(n)} &= e_{lsp}^{(n)*} u_{s,p}^{(n)} - \varepsilon_{lp}^{(n)*} u_{4,p}^{(n)} - g_{lp}^{(n)*} u_{5,p}^{(n)} \\ b_l^{(n)} &= f_{lsp}^{(n)*} u_{s,p}^{(n)} - g_{lp}^{(n)*} u_{4,p}^{(n)} - \mu_{lp}^{(n)*} u_{5,p}^{(n)} \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь $c_{lksp}^{(n)*}$, $e_{lkp}^{(n)*}$ и $f_{lkp}^{(n)*}$ – упругие, пьезоэлектрические и пьезомагнитные константы, $\varepsilon_{lp}^{(n)*}$ – диэлектрические постоянные, $\mu_{lp}^{(n)*}$ – константы магнитной проницаемости, $g_{lp}^{(n)*}$ – константа электромагнитной связи в начально-деформированном состоянии. Далее полагаем, что внешние статические электрические и магнитные поля отсутствуют, начальная деформация однородна и определяется соотношениями

$$\mathbf{R}^{(n)} = \mathbf{r}^{(n)} \cdot \mathbf{\Lambda}^{(n)}, \quad \mathbf{G}^{(n)} = \mathbf{\Lambda}^{(n)}, \quad \mathbf{\Lambda}^{(n)} = \delta_{ij} v_i^{(n)} \mathbf{r}_i \mathbf{r}_j \quad (3)$$

$\mathbf{R}^{(n)}$, $\mathbf{r}^{(n)}$ – радиус-векторы соответственно в начально-деформированном и естественном состояниях, $v_i^{(n)} = 1 + \delta_i^{(n)}$, $\delta_i^{(n)}$ – относительные удлинения волокон вдоль осей x_1, x_2, x_3 , $\mathbf{G}^{(n)}$ – мера деформации Коши – Грина, δ_{ij} – символ Кронекера. Компоненты тензора деформации Коши в первоначально деформированной конфигурации даются формулой

$$S_{ij}^{(n)} = 1/2 \delta_{ij} (v_i^{(n)2} - 1). \quad (4)$$

Коэффициенты, участвующие в (2), принимают вид

$$\begin{aligned} c_{lksp}^{(n)*} &= P_{lp}^{(n)} \delta_{ks} + v_k^{(n)} v_s^{(n)} c_{lksp}^{(n)}, \\ e_{lsp}^{(n)*} &= v_s^{(n)} e_{lsp}^{(n)}, \quad f_{lsp}^{(n)*} = v_s^{(n)} f_{lsp}^{(n)} \\ \varepsilon_{lp}^{(n)*} &= \varepsilon_0 v_1^{(n)} v_2^{(n)} v_3^{(n)} (v_l^{(n)})^{-2} \delta_{lp} + \beta_{lp}^{(n)} \\ \mu_{lp}^{(n)*} &= \mu_0 v_1^{(n)} v_2^{(n)} v_3^{(n)} (v_l^{(n)})^{-2} \delta_{lp} + \gamma_{lp}^{(n)} \\ g_{lp}^{(n)*} &= g_{lp}^{(n)}, \quad \varepsilon_{ij}^{(n)} = \varepsilon_0 \delta_{ij} + \beta_{ij}^{(n)}, \quad \mu_{ij}^{(n)} = \mu_0 \delta_{ij} + \gamma_{ij}^{(n)} \end{aligned} \quad (5)$$

Численные результаты. В качестве примера рассмотрим влияние начальных деформаций на динамические характеристики электромагнитоупругой среды, представляющей собой широко распространенный композит BaTiO₃/CoFeO₄.

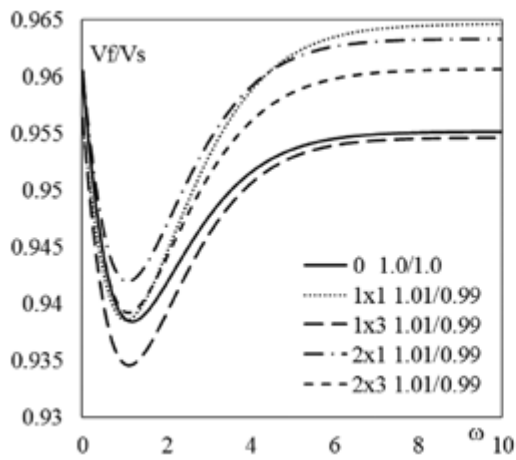


Рис. 1. Влияние начальной деформации на фазовые скорости

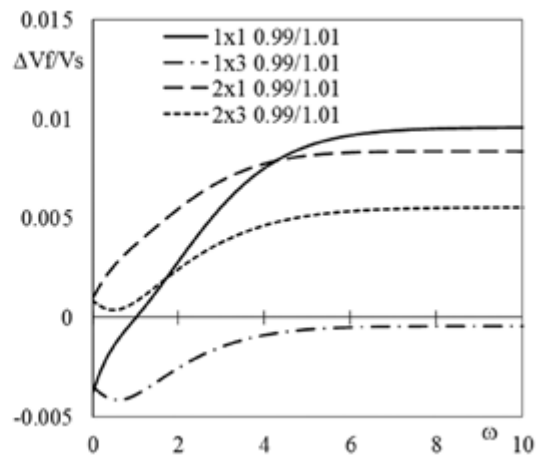


Рис. 2. Влияние начальной деформации на относительные фазовые скорости

Рисунок 1 иллюстрирует влияние растяжения слоя и сжатия полупространства на относительную фазовую скорость поверхностной волны при различных видах начального напряженного состояния. Из графиков следует, что все виды напряженного состояния, за исключением одноосной деформации по оси x₃, увеличивают фазовую скорость волны. Рисунок 2 иллюстрирует влияние начальной деформации слоя и полупространства на ΔV_f/V_s изменение фазовой скорости, отнесенное к скорости волны в естественном состоянии. Из графиков следует, что при одноосной деформации кривые выходят из одной точки, но с увеличением частоты начинают различаться в зависимости от начально напряженного состояния. Аналогичное имеет место и при двухосной деформации. Это показывает, что, используя различные типы деформаций, можно получать желаемые изменения скоростей при определенных частотах.

На рисунке 3 представлены графики разности функций (реальная часть) распределения заряда под электродом (φ = 1) в напряженном и естественном состояниях. Как видно из рисунка 3, сжатие электроупругого слоя при одновременном растяжении магнитоупругого полупространства (кривая 1) ведет к увеличению реальной составляющей заряда. Обратная ситуация ведет к уменьшению реальной составляющей заряда. Таким образом, начальными напряжениями можно управлять распределением заряда, а тем самым – и частотными характеристиками акустоэлектронных устройств.

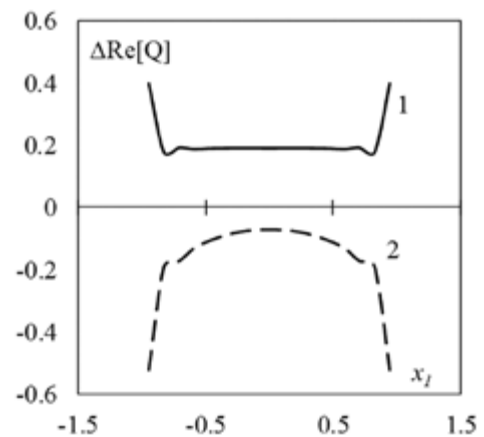


Рис. 3. Реальная составляющая распределения заряда под электродом в случае гидростатической деформации: 1) 0.99/1.01; 2) 1.01/0.99

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 15-08-06074, 16-01-00647, 16-48-230068-р-юг) и администрации Краснодарского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белянкова Т.И., Калинин В.В., Лыжов В.А. 2010. Связанная смешанная задача для системы электродов на поверхности преднапряженного электроупругого структурно неоднородного полупространства // Прикладная математика и механика. 74(6): 897–910.
- Белянкова Т.И., Калинин В.В., Лыжов В.А. 2011. Роль размерных параметров в формировании волновых полей в неоднородных пьезоактивных структурах // Вестник Южного научного центра. 7(3): 4–11.
- Калинин В.В., Белянкова Т.И., Леви М.О., Агаян К.Л. 2013. Некоторые особенности динамики слабонеоднородного магнитоупругого полупространства // Вестник Южного научного центра. 9(4): 13–17.
- Леви М.О. Динамическая задача для электромагнитоупругого слоя // Вестник Южного научного центра. 2011. 7(4): 5–9.
- Леви М.О., Анджинович И.Е., Воронич Е.И., Михайлова И.Б. 2012. Влияние граничных условий на динамику электромагнитоупругой полугораниченной среды // Вестник Южного научного центра. 8(4): 14–21
- Широков В.Б., Юзюк Ю.И., Калинин В.В., Леманов В.В. 2013. Материальные константы твердых растворов (Ba,Sr)TiO₃ // Физика твердого тела. 55(4): 709–714.
- Belyankova T.I., Kalinchuk V.V. 2016. Dynamic equations of a prestressed magneto-electroelastic medium // Mechanics of Solids. 51(5): 588–595.
- Du J., Xu Jun-Jie, Wang Ji. 2007. Love wave propagation in layered magneto-electro-elastic structures with initial stress // Acta Mechanica. 192(1): 169–189.
- Li L., Wei P.J. 2014. Surface wave speed of functionally graded magneto-electro-elastic materials with initial stresses // Journal of Theoretical and Applied Mechanics. 44(3): 49–64.
- Shikha Kakar, Rajneesh Kakar. 2013. Love wave propagation in electro-magneto non-homogeneous elastic media // Intern. Journal of Materials Science and Applications. 2(2): 61–67.
- Zhang J., Shen Y.P., Du J.K. 2008. The effect of inhomogeneous initial stress on Love wave propagation in layered magneto-electro-elastic structures // Smart Mater. Struct. 17: 9–18.
- Zhang Rong, Pang Yu, Feng Wenjie Propagation of Rayleigh Waves in a Magneto-Electro Elastic Half-Space with Initial Stress // Mechanics of Advanced Materials and Structures. 2014. 21: 538–543.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.И. Лысак, С.В. Кузьмин

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград
lysak@vstu.ru

В настоящее время одним из самых перспективных направлений создания новых материалов и придания им особых свойств, недостижимых другими технологическими приемами, является использование энергии взрыва как чрезвычайно быстропотекающего физико-химического процесса, выделяющейся в небольшом объеме и приводящей к мощным ударным, деформационным и тепловым воздействиям на окружающую среду.

Многочисленные исследования в области взрывной обработки материалов, охватывающие такие отрасли знания, как физическое материаловедение, гидродинамику, термодинамику и др., показали, что прохождение ударных волн в твердых телах сопровождается многими явлениями и эффектами, имеющими большое научное и практическое значение. Ударные волны упрочняют материалы, в них протекают полиморфные и фазовые превращения, процессы разложения и синтеза, дефектообразования и совершенствования структуры.

Важнейшее фундаментальное значение имеет выявленный эффект значительного повышения за счет интенсивной пластической деформации плотности дефектов кристаллического строения в металлах, в основном дислокаций, приводящей к упрочнению поверхностных слоев, а при их выходе на свободные поверхности –

к образованию активных центров и формированию в твердой фазе прочных неразъемных соединений, в том числе металлов, сварка которых невозможна другими методами, а также металлов с керамикой, металлов с интерметаллидами.

Сегодня известно много технологических приложений по использованию энергии взрыва для создания новых материалов, их упрочнения, синтеза, соединения, формообразования, активации и мн. др. В докладе рассмотрены наиболее эффективные из них, среди которых прежде всего можно выделить:

- упрочнение металлов, широко используемое для поверхностного и объемного упрочнения зубьев ковшей экскаваторов, деталей камнедробилок, фрез врубных горных машин, стрелок и крестовин на железнодорожном транспорте. Износ деталей при этом сокращается на 40–50 %, а срок службы повышается на 30 %;
- штамповку взрывом, при которой часть высвободившейся энергии затрачивается на деформирование заготовки. Этим методом изготавливают детали авиационной и ракетно-космической техники: обшивки сверхзвуковых самолетов и ракет, пустотелые лопасти; ступицы вентилятора и др.;
- сварку взрывом, позволяющую получать высококачественные прочно-плотные соединения разнородных металлов и сплавов в твердой фазе. Композиционные материалы, сваренные взрывом, нашли широкое применение в таких наукоемких отраслях техники, как ракетно-космическая, атомная энергетика, нефтехимическое машиностроение и мн. др.;
- компактирование и нанесение порошковых материалов взрывом, при котором смеси керамических порошков с металлической связкой уплотняются и консолидируются в монолитный слой ударной волной и одновременно привариваются к металлической подложке. Применяется для создания покрытий на изделиях, работающих в экстремальных условиях.

В докладе также рассмотрены некоторые другие примеры применения энергии взрыва для синтеза новых материалов, а также кардинального изменения их структуры и свойств.

ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ МОРОЗОСТОЙКИХ ЭЛАСТОМЕРОВ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

И.А. Новаков, М.А. Ваниев

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград
president@vstu.ru

Металлические, полимерные, керамические и другие материалы, способные сохранять длительную работоспособность в условиях экстремально низких температур, в настоящее время остро востребованы в связи с тем, что основные разведанные запасы углеводородного и другого стратегического сырья сконцентрированы на территориях Западной Сибири, Якутии и Арктического шельфа. Актуальность освоения ресурсного потенциала этих территорий была акцентирована на совещании, проведенном 29.03.2017 в г. Архангельске по вопросу комплексного развития Арктики в рамках форума «Арктика – территория диалога». В докладе В.В. Путина в частности отмечено, что «...площадь Арктической зоны РФ достигает 3,4 млн кв.км, что составляет 19,9 % российской территории... Сырьевой резерв имеет глобальное значение... В арктической зоне сосредоточено 90 % извлекаемых ресурсов углеводородов всего континентального шельфа России, в т. ч. 70 % – на шельфах Баренцева и Карского морей. По общим оценкам, стоимость минерального сырья арктических недр превышает 30 триллионов долларов, причём две трети из них – это стоимость энергетических ресурсов».

В известной степени эффективность решения задач технологии разведки, добычи, переработки и транспортировки энергетических ресурсов связана с необходимостью использования в конструкциях соответствующего оборудования и техники надежных морозостойких эластомеров [Петрова, 2005; Портнягина, 2014]. В этой связи нами при разработке рецептур эластомерных материалов для экстремальных условий эксплуатации предложен подход, учитывающий следующие критерии: воздействие низких температур, высокого давления, влияние компонентов нефти (в т. ч. сероводорода), стойкость к буровым растворам и агрессивным средам, повышенные

концентрации озона и интенсивность солнечной радиации в атмосфере, резкие перепады суточных температур и т. д. Исходя из этого обсуждаются принцип выбора и результаты исследований по созданию эластомеров на основе гидрированных бутадиен-нитрильных, эпихлоргидриновых, пропиленоксидных и метилфенилвиниловых силоксановых каучуков. Представлены сведения, демонстрирующие соответствие разработанных эластомеров требованиям нормативно-технической документации по физико-механическим показателям, твердости, а также по изменению свойств после экспозиции в СЖР-3 при температуре 100 °С в течение 168 часов. Лучшие образцы эластомеров на основе гидрированных бутадиен-нитрильных каучуков характеризуются остаточной деформацией сжатия (24 часа x 120 °С) в пределах 6,3–7,0 %.

По данным динамического механического анализа и дифференциально-сканирующей калориметрии, для разработанных маслобензостойких эластомеров присуща температура стеклования, которая в зависимости от рецептуры резины находится в области от минус 51 °С до минус 62 °С [Новаков, 2016].

Материалы доклада включают информацию о разработанных эластомерах на основе метилфенилвинилсилоксанового каучука, обладающих коэффициентом морозостойкости по эластическому восстановлению после сжатия (при минус 70 °С), равным 0,56, а также температурой стеклования минус 85 °С, которые предназначены для уплотнителей кабин вертолетов в арктическом исполнении. Данные резины испытаны специалистами АО «Улан-Удэнский авиационный завод» с положительным результатом. Кроме того, обсуждаются свойства созданных совместно с ФГУП «ВИАМ» труднгорючих резин [Наумов, 2017], характеризующихся температурным интервалом работоспособности от минус 60 до 250 °С, а также топливостойких материалов, отличающихся тем, что изменение массы после воздействия топлива в виде авиационного керосина при 100 °С в течение 24 ч составляет не более 6 %.

На основании впервые полученных данных температурных зависимостей фактора потерь, динамического модуля упругости и термомеханических свойств обоснованы подходы к созданию эластичных полиуретановых материалов с улучшенными динамическими и низкотемпературными свойствами, которые предусматривают использование в основе композиций олигодиендиолы, а также их смеси с олигоэфирполиолами при определенных соотношениях изоцианатных и гидроксильных (или суммы гидроксильных и аминных) реагирующих групп. Установлено, что эластичность материалы сохраняют включительно до –70 °С, а показатели модуля упругости при повышенных температурах порядка 50–60 °С находятся в пределах от 5 до 12 МПа [Медведев, 2016].

С применением разработанной морозостойкой композиции осуществлен монтаж синтетического покрытия, материал которого обладает температурой стеклования минус 87 °С, на спортивных объектах, расположенных в регионах с холодным климатом. В частности, в г. Колпашево Томской области и на стадионе Сибирского федерального университета в г. Красноярске, который строится в рамках подготовки к Зимней Универсиаде 2019 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Медведев Г.В., Ваниев М.А. и др. Динамические и низкотемпературные свойства полиуретановых спортивных покрытий // Известия ВолгГТУ. Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. Волгоград, 2016. № 12 (191). С. 156–160.

Наумов И.С., Петрова А.П. и др. Цветные и чёрные уплотнительные резины пониженной горючести на основе силоксановых каучуков // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2017. № 5. С. 24–32.

Новаков И.А., Демидов Д.В. и др. Исследование низкотемпературных свойств и маслостойкости резин, предназначенных для арктического применения // Известия ВолгГТУ. Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. Волгоград, 2016. № 4 (183). С. 143–146.

Петрова Н.Н. Особенности создания резин уплотнительного назначения для эксплуатации в условиях холодного климата // Каучук и резина. 2005. № 6. С. 27–29.

Портнягина В.В., Петрова Н.Н. и др. Исследование работоспособности уплотнительных резин горнодобывающей техники в экстремальных климатических условиях севера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 9. С. 371–380.

НОВЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРОПОЛОНОВОГО РЯДА

**Ю.А. Саяпин¹, Е.А. Гусаков², Зыонг Нгиа Банг³, В.В. Ткачев⁴,
И.В. Дороган², А.А. Колодина², И.О. Тупаева², Чан Дай Лам³, А.А. Гусева²,
Г.В. Шилов⁴, С.М. Алдошин⁴, В.И. Минкин^{1,2}**

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²НИИ физической и органической химии ЮФУ, г. Ростов-на-Дону

³ТхайНгуэнский университет наук, г. ТхайНгуэн, Социалистическая Республика Вьетнам

⁴Институт проблем химической физики Российской академии наук, г. Чёрноголовка

sayapin@ipoc.sfedu.ru

Хиноны являются высокорекреационноспособными соединениями, несмотря на свою относительную стабильность. Наличие нескольких активных центров в молекуле хинона открывает широкие возможности в синтетической химии новых гетероциклических соединений, роль которых в различных областях науки и техники (химия, медицина, биология, электроника и др.) трудно переоценить. Взаимодействие производных 1,2-бензохинонов с метиленактивными гетероциклическими соединениями приводит к образованию различных гетероциклических соединений, строение которых зависит от реакционной способности исходных гетероциклов и 1,2-бензохинонов, а также от условий проведения реакций [Minkin, Komissarov, 2006; Минкин, Алдошин, 2006]. В рядах 2-метилхинолинов [Минкин, Алдошин, 2006], 2-метилхиноксалинов [Sayapin, Komissarov, 2008], 2-метилхиназолинов [Саяпин, Гусаков, 2014], 2-метилбензоксаинонов [Саяпин, Гусаков, 2016], 2-метилбензокса(тиа)золов [Sayapin, Тупаева, 2015] взаимодействие с пространственно-затрудненными 1,2-бензохинонами и 3,4,5,6-тетрахлор-1,2-бензохиноном протекает с расширением *o*-хинонного цикла и приводит к 2-гетарилзамещенным-1,3-трополонам (схема 1), которые проявляют антибактериальную [Саяпин, Гусаков, 2016], цитотоксическую активность [Зыонг Нгиа Банг, Саяпин, 2015] и представляют интерес для медицинской химии.

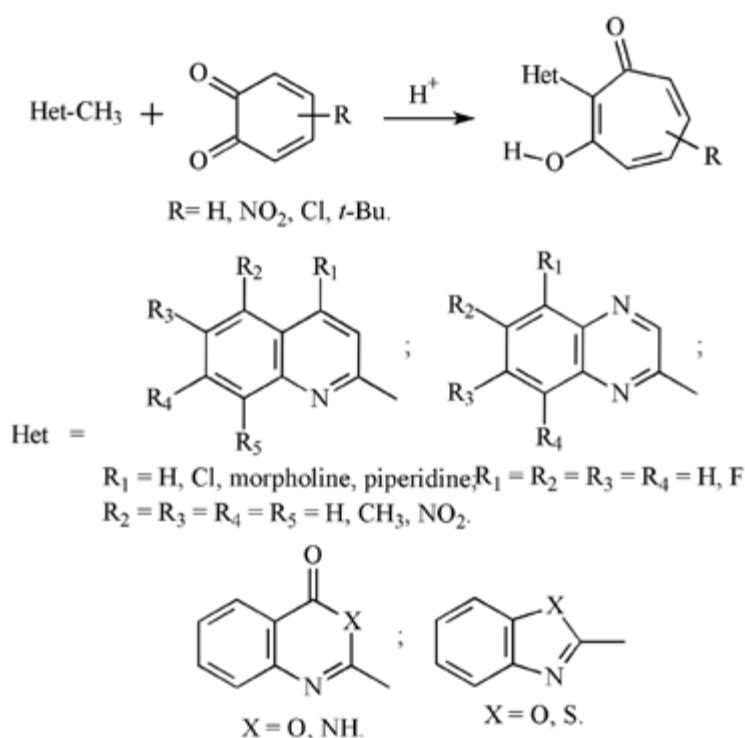


Схема 1

Ранее [Саяпин, Комиссаров, 2005а] одним из основных условий проведения реакции было кипячение в *o*-ксилоле 2-метилхинолинов с 1,2-бензохинонами в присутствии каталитических количеств *n*-толуолсульфокислоты, и выходы 2-хиолин-2-ил-1,3-трополонов не превышали 30–40 % [Минкин, Алдошин, 2006]. При кипячении в *o*-ксилоле 2-метилхинолинов **1** с 3,5-ди(*tert*-бутил)-1,2-бензохиноном **2** образуются 2-хиолин-2-ил-1,3-трополоны **3**, но также происходит развитие побочных реакций с образованием продуктов **4** и **5**, строение которых было установлено методом рентгеноструктурного анализа (РСА) (схема 2) [Минкин, Алдошин, 2006].

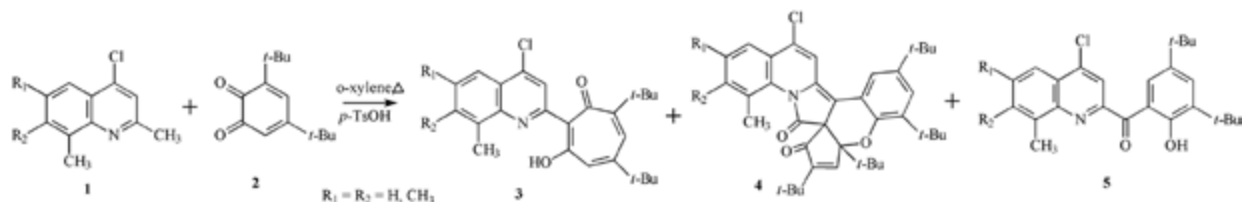


Схема 2

Более мягкий способ проведения реакции нами был предложен позднее [Минкин, Алдошин, 2006], заключался он в выдерживании реагентов **1** и **2** при 60–70 °С в уксусной кислоте. При таком подходе получилось блокировать образование побочных продуктов **4** и **5**, а выходы 2-хиолин-2-ил-1,3-трополонов **3** повысить до 50–80 %.

Кипячение в *o*-ксилоле 2-метилхинолинов **6** с донорными заместителями в 4-м положении (морфолина, пиперидина) с 3-нитро-4,6-ди(*tert*-бутил)-1,2-бензохиноном **7** может приводить к образованию 2-хиолин-2-ил-1,3-трополонов **8**, 2-хиолин-2-ил-4-нитро-1,3-трополонов **9** и 2-азабигибических систем **10** (схема 3).

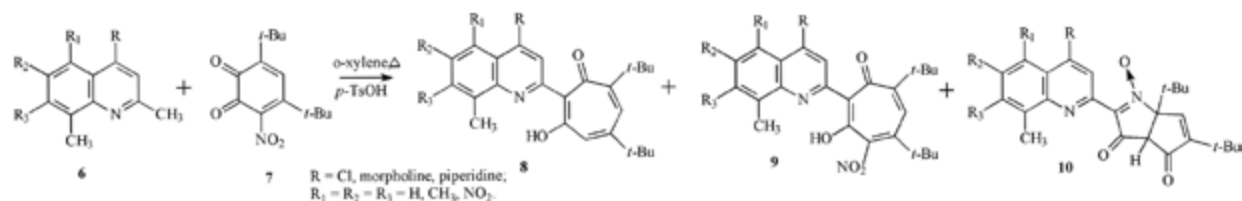


Схема 3

Было установлено [Профатилова, Саяпин, 2005], что если исходный хиолин **6** ($R = \text{Cl}$; $R_1 = \text{H}, \text{NO}_2$; $R_2 = R_3 = \text{H}, \text{CH}_3$) характеризуется высоким потенциалом окисления ($E_{\text{ок1}} = 1,80 \div 2,35 \text{ В}$) и выраженными кислотными свойствами ($\text{p}K_{\text{a}} = 2,15 \div 2,60$), то в реакции с 4,6-ди(*tert*-бутил)-3-нитро-1,2-бензохиноном **7** преимущественно образуются 1,3-трополоны **8** и **9**. Хиолины **6** ($R = \text{morpholine}$; $R_1 = \text{NO}_2$; $R_2 = R_3 = \text{H}, \text{CH}_3$), окисляющиеся в средней области потенциалов ($E_{\text{ок1}} = 1,45 \div 1,50 \text{ В}$) и обладающие более слабыми кислотными свойствами ($\text{p}K_{\text{a}} = 3,30 \div 4,30$), образуют все три продукта – **8**, **9**, **10**. Производные **6** ($R = \text{morpholine, piperidine}$; $R_1 = \text{H}$; $R_2 = R_3 = \text{H}, \text{CH}_3$), характеризующиеся низким потенциалом окисления ($E_{\text{ок1}} = 1,13 \div 1,35 \text{ В}$) и выраженными основными свойствами ($\text{p}K_{\text{a}} = 5,40 \div 6,82$) в результате реакции образуют один продукт – **10**.

Разнообразие продуктов в зависимости от строения исходного гетероцикла в кислотно-катализируемых реакциях 3,5-ди(*tert*-бутил)-1,2-бензохинона **2** можно также продемонстрировать на схеме **5**, где в случае взаимодействия хинона **2** с 1,2,3-триметил-бензимидазолиевой солью **11** образуется спирановое производное пространственно-затрудненного пирокатехина **12** [Комиссаров, Саяпин, 2007], а с 2-метилбензимидазолом **13** – полициклические производные изохинолина (**14**) [Саяпин, Комиссаров, 2005б].

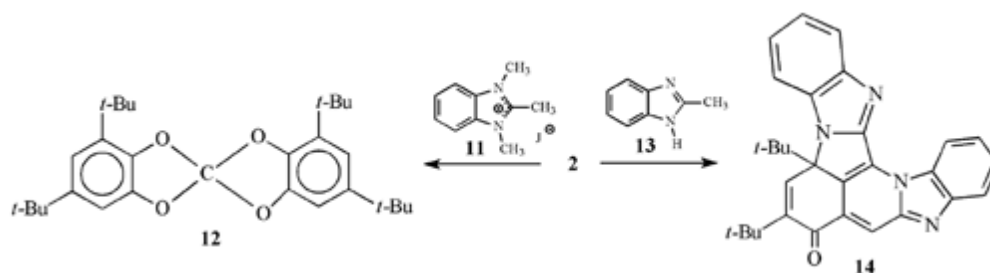


Схема 4

Реакция расширения о-хинонового цикла 1,2-бензохинона **15** с производными 2-метилхинолинов, 2-метилхиноксалинов, 2-метилбензоксазинов, 2-метилбензазолов протекает с образованием соответствующих 2-гетарил-1,3-трополонов, строение которых зависит от условий проведения реакции (схема 5). Реакция может протекать как через стадию дегидрохлорирования промежуточного дигидротрополона, так и через реакцию окисления дигидротрополона избытком исходного о-хлоранила [Sayarin, Bang Nghia Duong, 2010]. При кипячении в диоксане преимущественно образуются 2-гетарил-5,6,7-трихлор-1,3-трополоны **16**, а выдерживание реагентов в уксусной кислоте дает 2-гетарил-4,5,6,7-тетрахлор-1,3-трополоны **17** в качестве основного продукта.

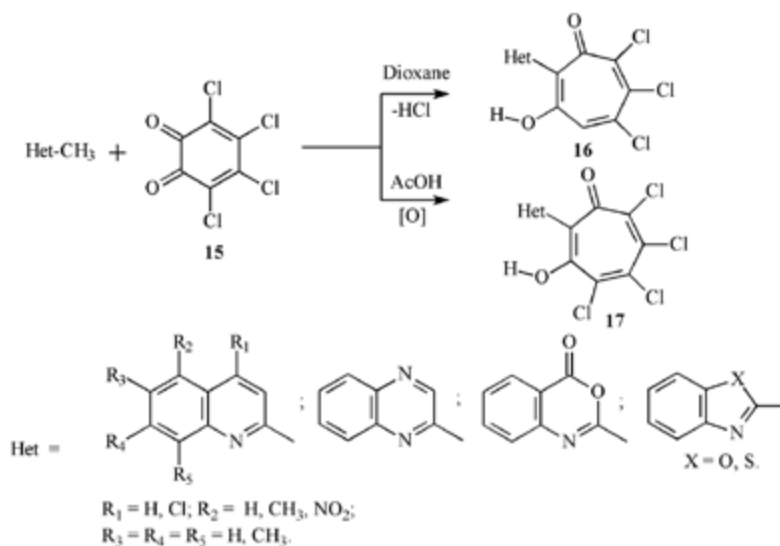


Схема 5

Разработанный новый метод синтеза 1,3-трополонов может быть применен для целенаправленного получения новых гетарилпроизводных 1,3-трополона с потенциальной биологической активностью.

2-Гетарил-1,3-трополоны обнаружили противомикробный эффект на грамм-положительные и грамм-отрицательные антибиотико-резистентные бактерии (*Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* spp., *Listeria* spp. и др.) и могут быть использованы в разработке антибактериальных препаратов.

МТТ – calorimetrickim тестом у полученных 2-гетарил-1,3-трополонов установлен эффект против раковых эпителиальных клеток KB (Human epidermic carcinoma), раковых клеток легких Lu (Human lung carcinoma), раковых клеток печени Hep-G2 (Hepatocellular carcinoma) и раковых клеток молочной железы MCF-7 (Human breast carcinoma).

Работа выполнена в рамках программы Президиума РАН 1.8 П «Разработка методов получения химических веществ и создания новых материалов», Вьетнамского национального Фонда для развития науки и технологий «NAFOSTED» (грант № 104.01-2015.68), РФФИ (грант № 17-53-540003_Вьет_а), гранта для поддержки ведущих научных школ НШ-8201.2016.3 и Госзадания Минобрнауки «Ведущие исследователи на постоянной основе» (№ 1.5056.2017/ВУ). Физико-химические исследования выполнены на оборудовании ЦКП ЮНЦ РАН № 501994 и ЦКП ЮФУ «Молекулярная спектроскопия».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Зыонг Нгиа Банг, Саяпин Ю.А. и др. // Химия гетероциклических соединений. 2015. 51(3). С. 291–294.
 Комиссаров В.Н., Саяпин Ю.А. и др. // Журнал органической химии. 2007. Т. 43. Вып. 2. С. 228–231.
 Минкин В.И., Алдошин С.М. и др. // Известия академии наук. Серия химическая. 2006. № 11. С. 1956–1977.
 Профатилова И.А., Саяпин Ю.А. и др. // Вестник Южного научного центра. 2005. Т. 1. № 4. С. 21–25.
 Саяпин Ю.А., Гусаков Е.А. и др. // Биоорганическая химия. 2016. № 2. С. 247–252.
 Саяпин Ю.А., Гусаков Е.А. и др. // Известия академии наук. Серия Химическая. 2014. № 6. С. 1364–1372.
 Саяпин Ю.А., Комиссаров В.Н. и др. // Доклады Академии наук. 2005. Т. 403. № 1. С. 53–57.
 Саяпин Ю.А., Комиссаров В.Н. и др. // Журнал органической химии. 2005. Т. 41. Вып. 10. С. 1571–1575.
 Minkin V.I., Komissarov V.N. et al. // Arkivoc. 2006. VII. P. 439–451.
 Sayarin Yu.A., Komissarov V.N. et al. // Mendeleev Commun. 2008. 18. P. 180–182.
 Sayarin Yu.A., Tupaeva I.O. et al. // Beilstein Journal of Organic Chemistry. 2015. 11. P. 2179–2188.
 Sayarin Yu.A., Bang Nghia Duong et al. // Tetrahedron. 2010. Vol. 66. P. 8763–8771.

ЭПИТАКСИАЛЬНЫЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ С САМООРГАНИЗУЮЩИМИСЯ НАНОСТРУКТУРАМИ АЗВ5 ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ

М.С. Солодовник, С.В. Балакирев, О.А. Агеев

Южный федеральный университет,
Научно-образовательный центр «Нанотехнологии», г. Таганрог
solodovnikms@mail.ru

В основе существующих методов формирования квантовых точек по технологии молекулярно-лучевой эпитаксии лежит механизм Странского – Крастанова – упругая релаксация механических напряжений в рас-согласованных по постоянной решетке системах, рост которых осуществляется путем одновременного осаждения компонент III и V групп. Недостатками такого подхода являются необходимость наличия рассогласования кристаллических решеток, лежащего в определенном диапазоне значений, а также взаимозависимость между плотностью и размером образуемых по такому механизму квантовых точек, что ограничивает диапазон используемых систем материалов и предельные характеристики получаемых наноструктур [Wang 2008; Dubrovskii, 2014]. Однако динамичное развитие таких направлений, как наноэлектроника и нанофотоника, требует синтеза наногетероструктур с активными областями на основе массивов самоорганизующихся наноструктур, в т. ч. квантовых точек, со сверхнизкой плотностью и прецизионным управлением параметров элементов массива, что весьма затруднительно при использовании подходов на основе механизма Странского – Крастанова [Ramos, Franco et al., 2014; Atkinson, Schmidt et al., 2008; Lee, Lin et al., 2002; Zander, Nishinaga et al., 2011].

В то же время капельная эпитаксия позволяет не только независимо управлять плотностью и размером квантовых точек, но и формировать квантовые точки в любых системах АЗВ5. Данная методика также перспективна для интеграции низкоразмерных систем АЗВ5 с кремниевой технологией, а также для создания гибридных систем металл/полупроводник, представляющих большой интерес для функциональных элементов на основе плазмонных эффектов [Panyakeow 2009; Lee, Wang et al., 2010].

Целью данной работы было проведение исследований процессов формирования самоорганизующихся наноструктур Ga(As)/GaAs(001) методом капельной эпитаксии.

Экспериментальные исследования процессов формирования наноструктур проводились на установке молекулярно-лучевой эпитаксии арсенидов III группы SemiTEq STE 35 (г. Санкт-Петербург, Россия). В качестве подложек использовались *epi-ready* пластины GaAs(001). *In situ* контроль процесса осуществлялся с помощью системы дифракции отраженных быстрых электронов (ДОБЭ). Температура T подложки в диапазоне 450–600 °С контролировалась по пирометру, а при температурах ниже 450 °С – по показаниям термопары, откалиброванной по процедуре, предложенной в работе [Преображенский и др., 2002]. После роста буферного слоя GaAs толщиной 500 нм источник Ga закрывался, и образец охлаждался до требуемой температуры. С целью обеспечения As-стабилизированных условий на поверхности и предотвращения смены поверхностной структуры (ПС) $c(2 \times 4)$ на $c(4 \times 4)$ источник As закрывался при 550 °С.

В первой части работы проводились исследования влияния эффективной толщины осаждения H и температуры роста T на размеры и плотность формируемых наноструктур Ga(As). Температура подложки изменялась в диапазоне 150–450 °С. Эффективная толщина осаждения Ga H варьировалась в пределах 3–4 монослоев (МС). Эффективная скорость осаждения V составляла 0,5 МС/с. Во время охлаждения образца до ростовой температуры на поверхности сохранялась ПС (2×4) . Затем осаждался Ga, который в отсутствие As собирался в наноразмерные капли. При этом ПС (2×4) трансформировалась в $(1 \times n)$ при температурах ниже 300 °С и в $(2 \times n)$ – при более высоких температурах.

Результаты экспериментальных исследований показали, что увеличение температуры подложки приводило к закономерному росту среднего размера капель с одновременным снижением их плотности (рис. 1). Так, при $T = 150$ °С плотность наноструктур достигала $3,6 \cdot 10^{11}$ см⁻² при диаметре $4,54 \pm 3,53$ нм (по данным измерений методом АСМ), а при $T = 450$ °С плотность составила уже $3,36 \cdot 10^{10}$ см⁻² при диаметре $17,65 \pm 9,8$ нм. При этом наблюдалось снижение дисперсии геометрических параметров наноструктур с 78 % до 55 % соответственно,

что обусловлено возрастанием поверхностной диффузионной длины адатомов Ga и интенсификацией обменного взаимодействия между соседними структурами различного диаметра.

Нами было показано, что увеличение толщины осаждения на 33 % (с 3 до 4 МС) не приводит к каким-либо изменениям в плотности массивов наноструктур – расхождение не превышает 4–6 %. В то же время диаметр сформированных капель Ga увеличивается в среднем на 24 % для каждой температуры: с $3,67 \pm 2,54$ нм до $4,54 \pm 3,53$ нм при $T = 150$ °C и с $14,12 \pm 9,4$ нм до $17,65 \pm 9,8$ нм при $T = 450$ °C.

Во второй части работы с целью изучения особенностей формирования наноструктур на модифицированных поверхностях после завершения роста буферного слоя GaAs поверхность образцов подвергалась модификации методом локального анодного окисления (ЛАО) по методике, описанной в работах [Ageev, Smirnov et al., 2012; Avilov, Ageev et al., 2015]. Удаление сформированных ЛАО оксидных наноразмерных структур осуществлялось *in situ* в ростовой камере МЛЭ путем травления оксида GaAs металлическим Ga [Asaoka, 2003; Atkinson, Schmidt, 2009; Ageev, Solodovnik et al., 2016a; Ageev, Solodovnik et al., 2016b]. Было установлено, что для полного удаления оксидной пленки со сформированными ЛАО структурами при $T = 500$ °C необходимо осаждение 6 МС Ga. Таким образом, с учетом полученного значения эквивалентной толщины жертвенного слоя Ga для обеспечения эффективной толщины в 4 МС общая толщина осаждения составила 10 МС Ga.

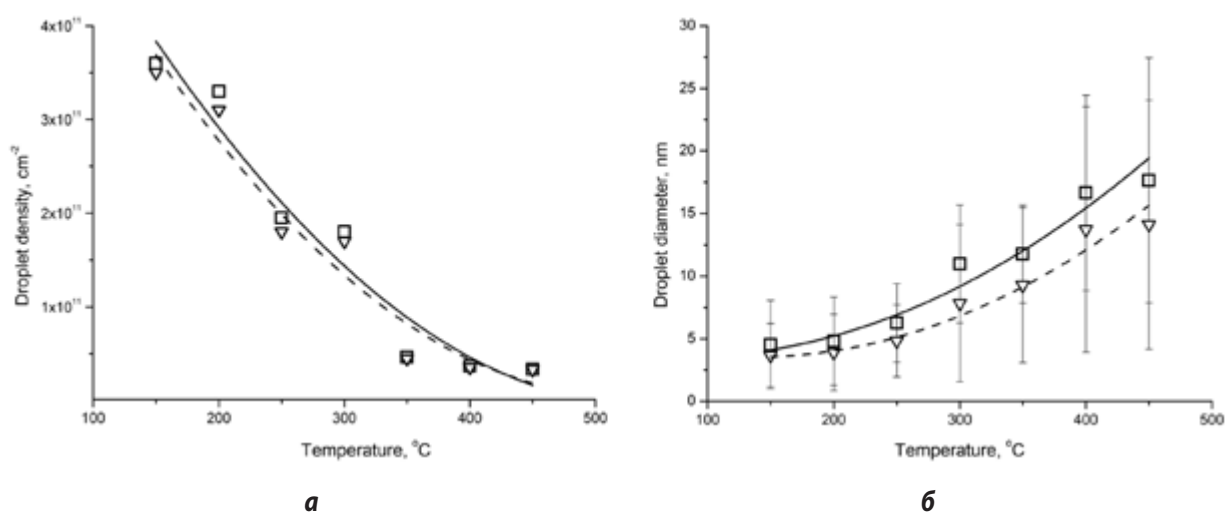


Рис. 1

Температурные зависимости плотности (а) и диаметра (б) наноструктур Ga при различных значениях эффективной толщины: $H = 3$ МС (пунктир) и $H = 4$ МС (сплошная). Точки – экспериментальные данные, линии – аппроксимация

Осаждение Ga проводилось при $T = 500$ °C с прерыванием в 1 мин после каждого монослоя с целью подавления десорбции адатомов Ga и нежелательной трансформации модифицированных участков и сохранения относительно высокой подвижности адатомов Ga. С этой же целью скорость осаждения снижалась до 0,25 МС/с. После формирования капель Ga образцы отжигались в потоке As_4 в течение 15 мин при температуре роста.

Плотность капель Ga на немодифицированных участках для всех образцов составила $2 \cdot 10^8$ см⁻² при диаметре 255 ± 78 нм и высоте 31 ± 3 нм по данным АСМ (рис. 2а). Резкое увеличение размеров и снижение плотности капель в сравнении с результатами, полученными для $T = 450$ °C, обусловлено реализацией режима улучшенной миграции.

На немодифицированных участках кристаллизация капель Ga в потоке As_4 приводила к формированию дискообразных структур с углублением в центре (рис. 2б) высотой порядка 20 нм. Средний радиус образований составил 262 ± 37 нм и лимитирован диффузионной длиной адатомов Ga, что хорошо согласуется с результатами работ [Ageev, Solodovnik et al., 2017; Ageev, Solodovnik et al., 2016c].

На модифицированных ЛАО участках после отжига в потоке As_4 формировались регулярные массивы квантовых точек GaAs, плотность которых соответствовала плотности сформированных на этапе ЛАО оксидных структур и составила $4,6 \cdot 10^8$ см⁻² (рис. 3в). Средний диаметр полученных наноструктур GaAs составил 78 ± 6 нм, а степень заполнения углублений – 89 %. Таким образом, плотность капель Ga (и наноструктур GaAs) возросла в 2,5 раза при одновременном снижении размеров в 3 раза. Отсутствие каких-либо структур между сформированными ЛАО углублениями, в свою очередь, обусловлено тем, что расстояние между ними (500 нм) меньше, чем удвоенное значение диффузионной длины адатомов Ga, определенное нами ранее.

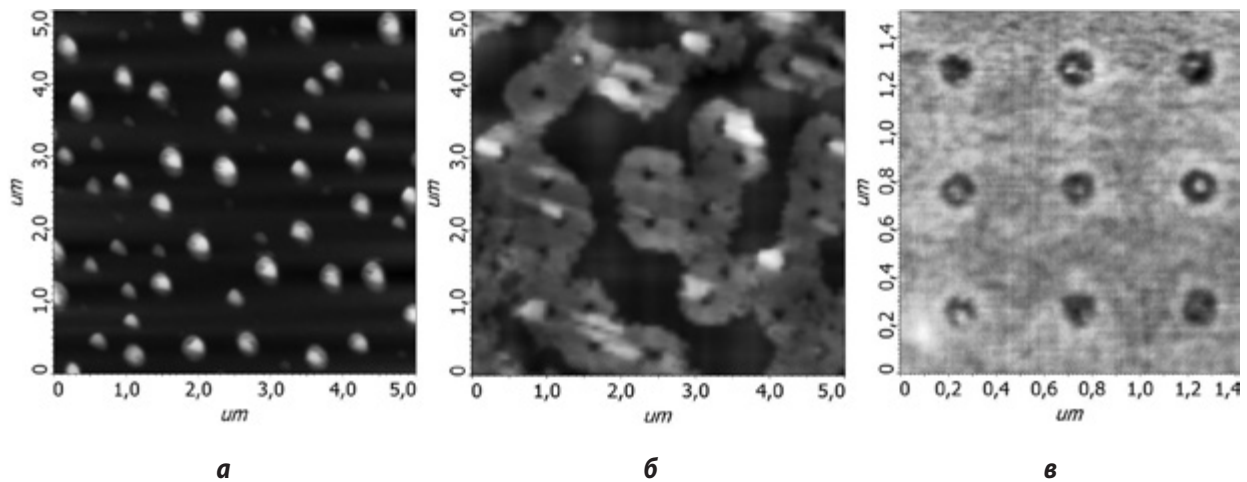


Рис. 2

АСМ-изображения: а – наноструктур Ga; б – наноструктур GaAs после отжига в потоке As_4 ; в – регулярного массива квантовых точек GaAs

Таким образом, проведены экспериментальные исследования процессов формирования самоорганизующихся наноструктур Ga(As)/GaAs(001) методом капельной эпитаксии. Определены режимы формирования регулярных массивов наноструктур Ga(As) на модифицированных ЛАО поверхностях. Показана возможность получения регулярных массивов наноструктур Ga(As) плотностью до $4,6 \cdot 10^8 \text{ см}^{-2}$ и размером менее 80 нм при относительно высоких ростовых температурах.

Результаты получены с использованием оборудования НОЦ и ЦКП «Нанотехнологии» Южного федерального университета.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 15-19-10006).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Преображенский В.В., Путятю М.А., Семягин Б.Р. Контроль параметров процесса молекулярно-лучевой эпитаксии GaAs при низких температурах роста // Физика и техника полупроводников. 2002. Т. 36. № 8. С. 897–901.
- Ageev O.A., Smirnov V.A. et al. A study of the formation modes of nanosized oxide structures of gallium arsenide by local anodic oxidation // Semiconductors. 2012. Vol. 46. No. 13. P. 1616–1621.
- Ageev O.A., Solodovnik M.S. et al. Effect of GaAs native oxide upon the surface morphology during GaAs MBE growth // Journal of Physics: Conference Series. 2016. Vol. 741. No. 1. P. 012012.
- Ageev O.A., Solodovnik M.S. et al. Effect of interaction in the Ga-As-O system on the morphology of a GaAs surface during molecular-beam epitaxy // Physics of the Solid State. 2016. Vol. 58. No. 5. P. 1045–1052.
- Ageev O.A., Solodovnik M.S. et al. Kinetic Monte Carlo simulation of GaAs(001) MBE growth considering V/III flux ratio effect // Journal of Vacuum Science and Technologies B. 2016. Vol. 34(4). P. 041804.
- Ageev O.A., Solodovnik M.S. et al. Monte Carlo simulation of kinetic effects on GaAs/GaAs(001) MBE growth // Journal of Crystal Growth. 2017. Vol. 457. P. 46–51.
- Asaoka Y. Desorption process of GaAs surface native oxide controlled by direct Ga-beam irradiation // Journal of Crystal Growth. 2003. Vol. 251. P. 40–45.
- Atkinson P., Schmidt O.G. Gallium-assisted deoxidation of patterned substrates for site-controlled growth of InAs quantum dots // Journal of Crystal Growth. 2009. Vol. 311. P. 1815–1818.
- Atkinson P., Schmidt O.G. и др. Formation and ordering of epitaxial quantum dots // C.R. Physique. 2008. Vol. 9. P. 788–803.
- Avilov V.I., Ageev O.A. et al. Studying the modes of nanodimensional surface profiling of gallium arsenide epitaxial structures by local anodic oxidation // Nanotechnologies in Russia. 2015. Vol. 10. No. 3–4. P. 214–219.
- Dubrovskii V.G. Nucleation theory and growth of nanostructures. Springer. 2014.
- Lee J.H., Wang Z.M. et al. Various Quantum- and Nano-Structures by III–V Droplet Epitaxy on GaAs Substrates // Nanoscale Research Letters. 2010. Vol. 5. P. 308.
- Panyakeow S. Quantum nanostructures by droplet epitaxy // Engineering Journal. 2009. Vol. 13. P. 51–56.

Ramos E., Franco R. et al. Thermoelectric transport properties of a T-coupled quantum dot: Atomic approach for the finite U case // *Physica E*. 2014. Vol. 64. P. 39–44.

Wang Z.M. *Self-assembled quantum dots*. Springer. 2008. 468 p.

Zander M., Nishinaga J. et al. Area selective epitaxy of InAs on GaAs(001) and GaAs(111)A by migration enhanced epitaxy // *Journal of Crystal Growth*. 2011. Vol. 323. P. 9–12.

УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ ТОНКИХ ПЛЕНОК ПРИ ВЫНУЖДЕННОМ ПЬЕЗОЭФФЕКТЕ

В.Б. Широков^{1,2}, П.Е. Тимошенко², В.В. Калинин^{1,2}

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Сегнетоэлектрические тонкие пленки находят всё большее применение в создании современных микроэлектронных устройств благодаря возможности управления величиной деформации (strain engineering), изменяя тем самым свойства пленок до необходимого предела [Широков, Калинин и др., 2015; Широков, Калинин и др., 2016]. Разработка практических устройств на основе сегнетоэлектриков [Damodaran, Agar et al., 2016; Schlom, Chen et al., 2014] приводит к необходимости выполнения численных расчетов по оптимизации рабочих параметров. Одним из ограничений использования сегнетоэлектрических элементов являются потери. Гистерезисные явления, наблюдаемые в сегнетоэлектриках, означают существование потерь, пропорциональных площади петли. Для уменьшения потерь необходимо исключить возможное переключение поляризации. Одним из эффективных способов уменьшения потерь является уход в высокосимметричную фазу, где нет спонтанной поляризации и поэтому отсутствуют гистерезисные явления [Scott, 2007].

Оптимизация рабочих параметров в большинстве случаев основана на численных расчетах в рамках линейных уравнений пьезоэффекта [Gevorgian, 2009]. Уравнения пьезоэффекта представляют собой линейную связь между переменными состоянием и внешними параметрами. Фиксирование внешних параметров определяет состояние, вблизи которого можно переписать уравнения пьезоэффекта. Материальные постоянные, в силу линейности уравнений, при этом не изменяются. Для нелинейных материалов, которыми являются сегнетоэлектрики, материальные постоянные линейных уравнений будут изменяться при изменении внешних условий. Поэтому количественно линейные уравнения будут иметь ограниченную область описания, по величине внешнего воздействия, определяемого степенью нелинейности системы. Моделирование электромеханических свойств сегнетоэлектрических тонких пленок на основе нелинейных термодинамических моделей [Garten, Lamp et al., 2014; Matthews, 1977; Khassaf, Khakpash et al., 2014; Shirokov et al., 2014] позволяет исследовать изменения материальных постоянных.

В данной работе исследованы свойства тонкой пленки в параэлектрическом состоянии при действии планарного электрического поля. При отсутствии поля спонтанная поляризация в этом состоянии отсутствует и появляется лишь тогда, когда включается внешнее поле. Появление индуцированной поляризации приводит к вынужденному пьезоэффекту, появлению электроупругих модулей и изменению упругих постоянных. На основе теории Ландау фазовых переходов для тонких пленок твердых растворов титаната бария-стронция [Shirokov, Yu et al., 2009] линеаризацией нелинейных уравнений состояния записаны линейные уравнения пьезоэффекта в этом случае. Для пленки BST65 ($x = 0,65$) исследовано поведение всех материальных постоянных этих уравнений при действии поля E_x вплоть до величин 10^7 В/м при вынужденных деформациях в области существования параэлектрического состояния.

Описание нелинейных свойств сегнетоэлектрических твердых растворов титаната бария-стронция описывается на основе термодинамического потенциала феноменологической теории фазовых переходов [Shirokov, Yu et al., 2009; Shirokov, Kalinchuk et al., 2014], зависящего от двух трехкомпонентных параметров порядка – поляризации и антифазных вращений октаэдров. Будем рассматривать эпитаксиальную тонкую пленку, рас-

положенную на (001) срезе кубической подложки. Решение однородной механической задачи при условиях зажатия $u_1=u_m, u_2=u_m, u_6=0, t_3=0, t_4=0, t_5=0$ приводит к известной перенормировке коэффициентов потенциала (1) во второй и четвертой степени по поляризации [Pertsev, Zembilgotov et al., 1998].

Действие планарного поля в несегнетоэлектрической фазе BST65. Рассмотрим электрическое поле, направленное в плоскости пленки вдоль одного из кубических направлений подложки. Обозначим это направление как x . Действие поля понижает тетрагональную симметрию пленки до моноклинной. Так как поле E_x с необходимостью вызывает появление компоненты поляризации $p_1 = p_x$, то этому состоянию будет соответствовать a -фаза симметрии $Pmm2(C_{2v}^1)$ [Shirokov, Yu et al., 2009].

При комнатной температуре в нулевом внешнем поле в зависимости от величины вынужденной деформации u_m пленка BST65 может находиться в следующих состояниях:

c -фаза – сегнетоэлектрическое состояние со спонтанной поляризацией, направленной по нормали к плоскости пленки: $p_z \neq 0, p_x = 0, p_y = 0$. Пленка в этом состоянии имеет симметрию $C_{4v}^1 = P4mm$ (№99). Это возможно при значениях вынужденной деформации $u_m \leq -1,33 \times 10^{-3}$;

0 -фаза – параэлектрическое состояние с нулевой спонтанной поляризацией с симметрией $D_{4h}^1 = P4/mmm$ (№123). Это состояние может реализоваться при значениях деформации, лежащей в пределах $-1,24 \times 10^{-3} \leq u_m \leq 1,41 \times 10^{-3}$;

aa -фаза – сегнетоэлектрическое состояние со спонтанной поляризацией, лежащей в плоскости пленки $p_z = 0, p_x = p_y \neq 0$ с симметрией $C_{2v}^{14} = Amm2$ (№38). Это состояние реализуется при значениях вынужденной деформации $u_m \geq 1,41 \times 10^{-3}$.

При наличии электрического поля E_x , направленного в плоскости пленки, в каждой из представленных фаз появляется компонента поляризации p_x , индуцированная внешним полем. Так, c -фаза теперь имеет компоненты $(p_x, 0, p_z)$, 0 -фаза – $(p_x, 0, 0)$, aa -фаза – $(p_x, p_y, 0)$. Изменяется и симметрия фаз, пространственные группы этих фаз теперь равны $C_s^1 = Pm$ (№6), $C_{2v}^1 = Pmm2$ (№25) и $C_s^1 = Pm$ (№6) соответственно. При отсутствии поля имеются две особые точки $T_1: u_m = -1,33 \times 10^{-3}$ и $T_2: u_m = 1,41 \times 10^{-3}$. В этих точках равны нулю коэффициенты $\beta_{3,3}^T$ и $\beta_{1,1}^T$ соответственно, так что линеаризованные уравнения в этих точках не работают. В плоскости (E, u_m) слева от точки T_1 пленка находится в c -фазе, справа от точки T_2 – область aa -фазы. При изучении поведения материальных постоянных в промежутке между T_1 и T_2 (область высокосимметричной фазы) будем использовать ряд значений вынужденных деформаций $u_m = [-1,23, -0,979, -0,728, -0,477, -0,226, 0,025, 0,276, 0,527, 0,778, 1,029, 1,28]$ в единицах 10^{-3} , не приближаясь к особым точкам. На рисунке 1 показано изменение коэффициента управляемости вдоль направления действия поля $(\epsilon_{1,1}^S(0) - \epsilon_{1,1}^S(E_x)) / \epsilon_{1,1}^S(0)$ от величины поля при различных значениях вынужденной деформации. Из рисунка 1 видно, что управляемость возрастает по мере приближения деформации к критическому значению точки T_2 .

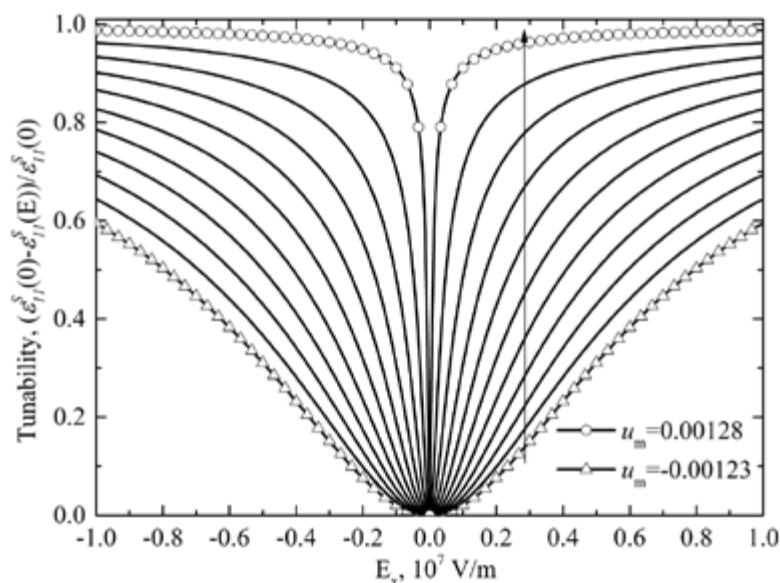


Рис. 1

Поведение коэффициента управляемости вдоль поля пленки BST065 при изменении электрического поля E_x и вынужденной деформации u_m . Стрелки указывают направление возрастания u_m

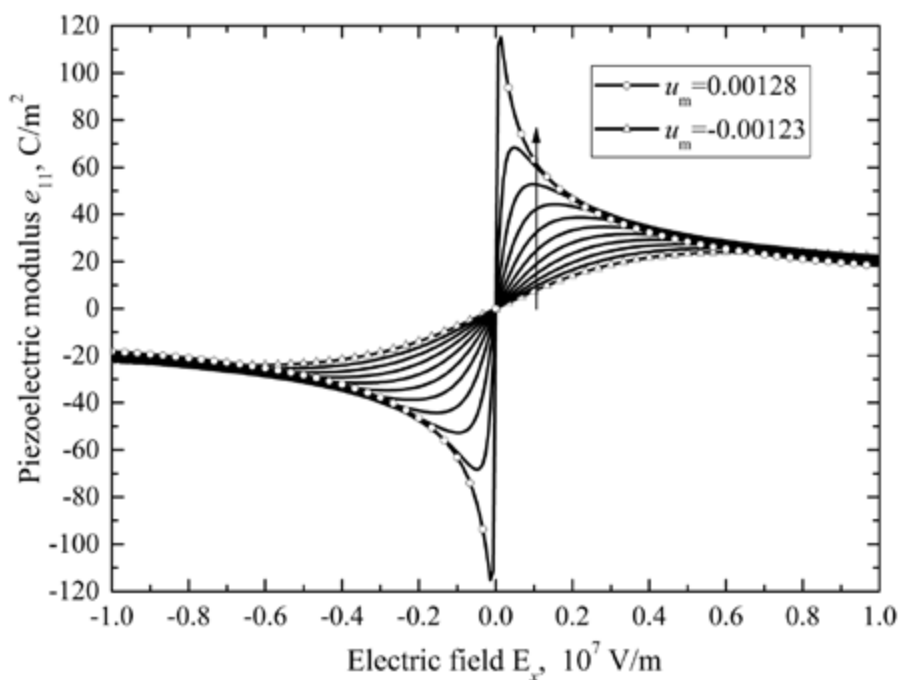


Рис. 2

Поведение пьезоэлектрического модуля e_{11} пленки BST065 при изменении электрического поля E_x и вынужденной деформации u_m . Стрелки указывают направление возрастания u_m

Изменение диэлектрической постоянной приводит к изменению пьезоэлектрических модулей. Наибольшее изменение по амплитуде имеет пьезомодуль e_{11} , приведенный на рисунке 2, характеризующий отклик вдоль поля. Особенностью поведения индуцированных пьезомодулей является экстремальное поведение при изменении поля. Слабо выраженный экстремум при отрицательных значениях вынужденной деформации u_m переходит в ярко выраженный для положительных значений. По мере приближения значения u_m к точке T_2 величина экстремумов возрастает.

Проведенные исследования показывают, что в параэлектрической фазе для пленки BST65 существуют области значений вынужденной деформации, где электрические постоянные претерпевают значительные изменения под действием постоянного электрического поля. Таким образом, на основе подобных пленок можно создавать микроэлектронные устройства с эффективным управлением. Степень управляемости, как видно из приведенных результатов, увеличивается по мере приближения вынужденной деформации к критическому значению. Подбором материала подложки и условий нанесения пленки можно управлять вынужденной деформацией для получения пленок с требуемыми свойствами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант 14-19-01676.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Широков В.Б., Калинин В.В., Шаховой Р.А., Юзюк Ю.И. 2015. К проблеме определения упругих констант // Доклады Академии наук. Физика. 463(6): 655–660.
- Широков В.Б., Калинин В.В., Шаховой Р.А., Юзюк Ю.И. 2016. К проблеме определения упругих констант // Физика твердого тела. 58(10): 1964–1968.
- Широков В.Б., Юзюк Ю.И., Калинин В.В., Леманов В.В. 2013. Материальные константы твердых растворов (BA,SR)TiO₃ // Физика твердого тела. 55(4): 709–714.
- Damodaran R., Agar J.C., Pandya S., Chen Z., Dedon L., Xu R., Apgar B., Saremi S. and L. Martin W. 2016. New modalities of strain-control of ferroelectric thin films // J. Phys.: Condens. Matter. 28: 263001 (36pp).
- Garten L.M., Lam P., Harris D., Maria J.-P., and Trolier-McKinstry S. 2014. Residual ferroelectricity in barium strontium titanate thin film tunable dielectrics // J. Appl. Phys. Vol. 116. P. 044104: 1–8.
- Gevorgian S. Ferroelectrics in microwave devices, circuits and systems. 1sted. London: Springer, 2009. 396 p.

Khassaf H., Khakpash N., Sun F., Sbrockey N.M., Tompa G.S., Kalkur T.S., Alpay S.P. Strain engineered barium strontium titanate for tunable thin film resonators // Applied Physics Letters. 2014.104. 202902.

Matthews H. Surface wave filters. Design, construction, and use. New York: John Wiley & Sons, 1977.

Pertsev N.A., Zembilgotov A.G., Tagantsev A.K. 1998. Effect of mechanical boundary conditions on phase diagrams of epitaxial ferroelectric thin films // Phys. Rev. Lett. 80: 1988–1991.

Schlom D.G., Chen L.Q., Fennie C.J., Gopalan V., Muller D.A., Pan X., Ramesh R. and Uecker R. // MRS Bull. 2014. 39. 118.

Scott J.F. 2007. Applications of Modern Ferroelectrics // Science. 315. 954.

Shirokov V.B., Torgashev V.I., Bakirov A.A., Lemanov V.V. 2006. Concentration phase diagram of $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ solid solutions // Phys. Rev. B: Condensed Matter and Materials Physics. 73(10): 1–7.

Shirokov V.B., Yuzyuk Yu.I., Dkhil B., Lemanov V.V. 2009. Phenomenological theory of phase transitions in epitaxial $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ thin films // Phys. Rev. B. 79. 144118: 1–9.

Shirokov V., Kalinchuk V., Shakhovoy R., Yuzyuk Y. 2014. Anomalies of piezoelectric coefficients in barium titanate thin films // EPL. 108. 47008.

Shirokov V., Kalinchuk V., Shakhovoy R. and Yuzyuk Y. 2015. Control of acoustic properties of a $BaTiO_3$ thin film by a planar electric field // EPL. 111. 16002: 1–4.

НАСКОЛЬКО МЫ ГОТОВЫ ИЗБАВИТЬСЯ ОТ СВИНЕЦСОДЕРЖАЩИХ ДАТЧИКОВ? (ОБЗОР МАТЕРИАЛОВ И СРЕДСТВ)

Ю.И. Юрасов^{1,2}, А.Г. Мальцев², П.Е. Тимошенко^{1,2}, Е.П. Комарова², А.В. Назаренко¹

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
yucomp@ya.ru

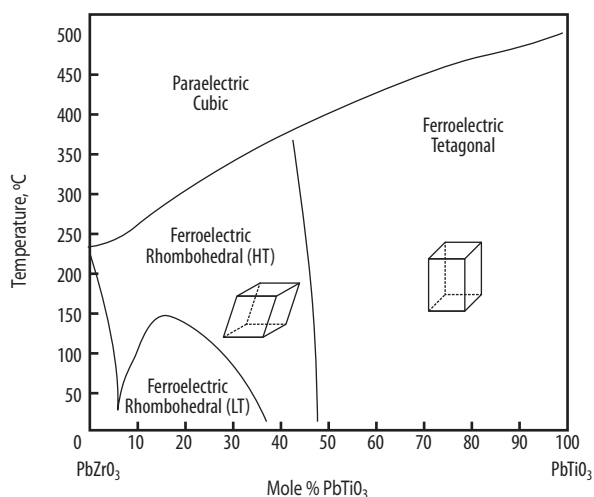


Рис. 1

Концентрационная фазовая диаграмма системы ЦТС [Jaffe, Roth et al., 1954]

Современный мир предполагает использование электронных устройств буквально на каждом шагу. Такие понятия, как «умный дом» и «беспилотный автомобиль», с каждым днем употребляются всё чаще. Практически все новейшие устройства имеют в себе различную датчиковую аппаратуру. До недавнего времени основная масса электроники изготавливалась с использованием свинца. Однако из-за обостренной мировой экологической обстановки свинец был исключен из многих отраслей производства. Поэтому он практически не применяется в современной бытовой технике. Только лишь устройства, содержащие пьезоэлектрические элементы, допускают наличие свинца. Среди множества существующих сегодня пьезокерамических материалов самыми распространенными являются составы на основе цирконата титаната свинца (ЦТС) [Jaffe, Roth et al., 1954]. Его фазовая диаграмма представлена на рисунке 1. Обычно составы ЦТС обладают высокими показателями пьезомодулей (более

400 пКл/Н), диэлектрической проницаемости (от 800 до 2000) и температуры Кюри (более 300 °С). Керамика из ЦТС представляет собой прочные высокоэффективные пьезоэлектрические материалы, которые широко используются в датчиках, преобразователях, актуаторах и других электронных устройствах.

Несмотря на то, что за последние несколько десятилетий были предприняты многие попытки создать пьезоэлектрическую керамику без свинца, полная и эффективная альтернатива ЦТС пока не найдена. В настоящее время бессвинцовую керамику в основном используют при разработке виброакустических датчиков [Lam, Lin et al., 2007], датчиков влажности [Tripathy, Pramanik et al., 2016] и высокотемпературных датчиков давления [Патент РФ № 2358953, 2007]. В мировом сообществе только 3 страны, Япония [Patent, US2012146462 (A1), 2012], Корея [Patent WO 2015163685 (A1), 2015] и Россия [Патент РФ, № 158291, 2015], добились некоторых успехов в этом направлении. Таким образом, поиск материалов для замены свинецсодержащих компонентов является актуальной задачей в развитии электронной промышленности. В процессе ее решения исследуются как новые составы бессвинцовых керамик, так и возможности модификации уже известных классических пьезоматериалов.

Титанат бария был одним из первых изученных пьезоэлектриков [Hippel, 1950; Rase, Roy, 1955]. Его применение в пьезоэлектрических устройствах сильно ограничено из-за низкой температуры Кюри (120 °C) [Merz, 1949]. Однако, обладая пониженными значениями пьезоэлектрических модулей (около 190 пКл/Н), но достаточно высокой относительной диэлектрической проницаемостью ($\epsilon_{33}^T/\epsilon_0 = 1680$), он является приоритетным материалом для изготовления конденсаторов [Berlincourt, Jaffe, 1958]. Титанат бария часто модифицируется многими другими бессвинцовыми соединениями с образованием морфотропных областей, в которых, как правило, усиливаются пьезоэлектрические и диэлектрические свойства. Хорошо известными модифицированными объектами на основе титаната бария являются BST-материалы [Козаков, Гуглев и др., 2014], которые применяются для создания фазовращателей, резонаторов и фильтров.

Достаточно популярными в настоящее время являются титанаты висмута-натрия ($\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3$, обозн. NBT) и висмута-калия ($\text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiO}_3$, обозн. KBT). Хотя первые упоминания о них относятся к 1960-м гг. [Smolenskii, Isupov, 1961], они не получили тогда должного внимания. При невысоких значениях пьезоэлектрических модулей (d_{33} порядка 70 пКл/Н) они имеют температуру Кюри более 300 °C. При этом низкая температура деполяризации, для KBT ~ 260 °C (рис. 2), и высокая проводимость, возникающая из-за дефицита ионов Bi после спекания, всё-таки ограничивают их использование при высоких температурах [Hiruma, Aoyagi et al., 2005; Hiruma, Nagata et al., 2009]. Для устранения недостатков и улучшения пьезоэлектрических характеристик синтезируют твердые растворы на основе NBT и KBT. Например, значительные изменения свойств наблюдались при добавлении лития и калия, когда значение пьезомодуля d_{33} достигало 146 пКл/Н [Xiao, Lin et al., 2006; 2008].

Существуют исследования твердых растворов системы $(1-x)\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3 - x\text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiO}_3$. В них морфотропная область сосуществования тетрагональной и ромбоэдрической фаз обнаружена при концентрации x от 0,16 до 0,22 [Zhang, Li et al., 2008; Sasaki, Chiba et al., 1999]. При таких концентрациях существенно увеличиваются диэлектрическая проницаемость (около 1000), пьезомодуль d_{33} (до 192 пКл/Н) и коэффициент электромеханической связи планарной моды колебаний K_p (рис. 3). Кроме того, при добавлении в упомянутые твердые растворы ионов Ba (до 4 %) и Sr (до 3 %) пьезомодуль d_{33} может достигать значений 203 пКл/Н [Lin, Kwok, 2010]. Объекты с такими параметрами могут конкурировать с ЦТС-керамикой.

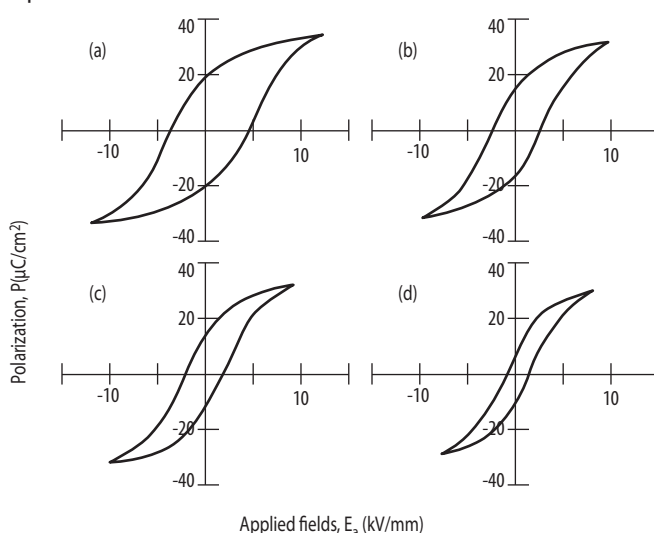


Рис. 2

Петли гистерезиса титаната висмута-калия, полученные при различных температурах: (a) 100 °C; (b) 200 °C; (c) 240 °C; (d) 260 °C [Hiruma, Aoyagi et al., 2005]

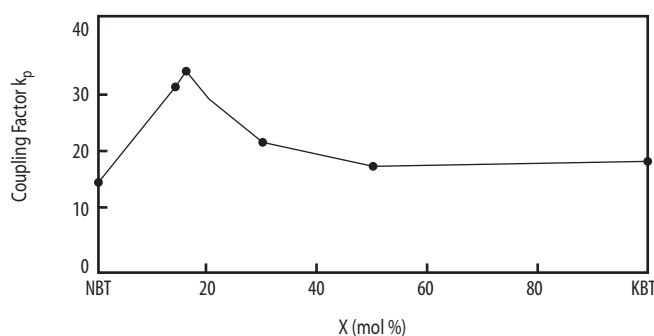
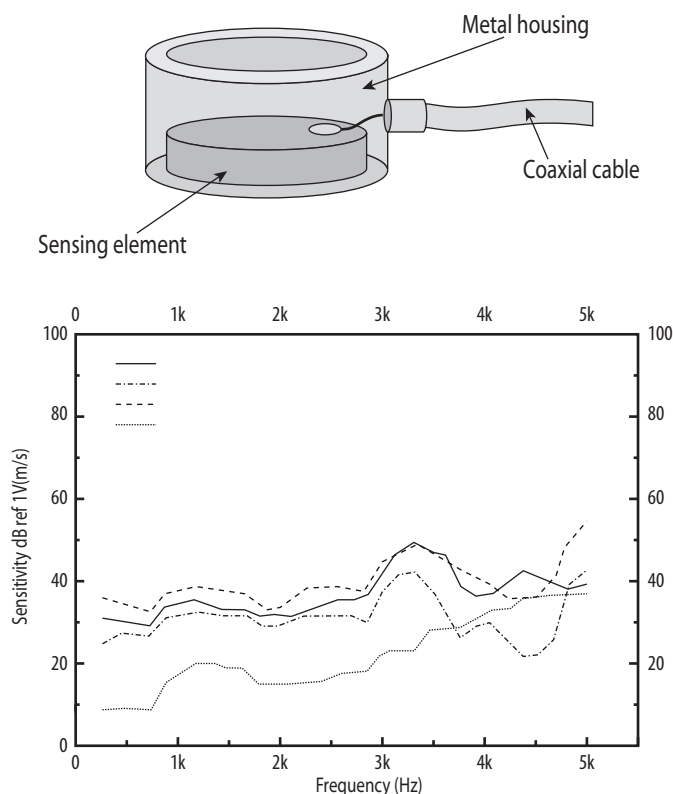


Рис. 3

Концентрационные изменения коэффициента электромеханической связи K_p в твердых растворах $(1-x)\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3 - x\text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiO}_3$ [Sasaki, Chiba et al., 1999]

**Рис. 4**

Конструкция виброакустического датчика с частотной характеристикой чувствительных элементов на основе KNN в сравнении с ЦТС и заводским аналогом PICO [Lam, Lin et al., 2007]

($d_{33}/d_{31} \rightarrow \infty$, $K_t/K_p \rightarrow \infty$). Достигается такой эффект путем введения в ниобат лития пирониобата стронция ($\text{Sr}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$). В результате такой материал может эффективно применяться в высокотемпературных датчиках давления для контроля нагретых тел неразрушающими методами.

Приняв во внимание изложенные данные, можно заключить, что бессвинцовые материалы сегодня могут заменить ЦТС-содержащие компоненты только в некоторых типах датчиков (виброакустические датчики и высокотемпературные датчики давления). Что и было продемонстрировано, например, в работе [Patent, US2012146462 (A1) 2012; Patent WO 2015163685 (A1), 2015; Юрасов, Павленко и др., 2015]. Однако необходимо отметить, что изготовление любых бессвинцовых пьезокерамических материалов является сложной задачей. Все эти объекты состоят из более легких, чем свинец, элементов, что очень часто приводит к нарушению стехиометрии при спекании. Поэтому, чтобы гарантировать наличие подходящих свойств, очень важно подобрать оптимальные условия синтеза.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-08-01724-А на оборудовании ЦКП ЮНЦ РАН № 501994 при поддержке Минобрнауки России: проекты № 3.6371.2017/8.9, 3.6439.2017/8.9 (базовая часть государственного задания).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Козаков А.Т., Гуглев К.А. и др. // Изв. РАН. Серия физ. 2014. 78 (No 8). С. 908–913.
 Патент РФ № 2358953. Резниченко Л.А., Вербенко И.А. и др., 2007.
 Патент РФ № 158291. Юрасов Ю.И., Павленко А.В. и др., 2015.
 Юрасов Ю.И., Павленко А.В. и др. // Констр. из ком. мат. 2015. 4. С. 81–83.
 Berlincourt D., Jaffe H. // Phys. Rev. 1958. 111. P. 143–148.
 Eckardt R.C., Masuda H. et al. // IEEE J. Quant. Electron. 1990. 26(5). P. 922.

Еще одним классом перспективных пьезоэлектриков является семейство ниобатов. Например, ниобат калия-натрия $\text{K}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{NbO}_3$ (KNN) при комнатной температуре имеет морфотропную область сосуществования двух орторомбических фаз, одна из которых сегнетоэлектрическая, а другая – антисегнетоэлектрическая. Такая структурная конфигурация часто встречается в ЦТС-объектах. В зависимости от способа приготовления в KNN обнаруживаются значения пьезомодулей от 70 до 150 пКл/Н [Li, Wang et al., 2006; Maeder, Damjanovic et al., 2004]. При синтезе часто добавляют различные примеси, что приводит к увеличению параметра d_{33} до 286 пКл/Н [Zang, Wang et al., 2006] и даже 416 пКл/Н [Saito, Takao et al., 2004]. Такие показатели аналогичны характеристикам ЦТС керамик. Так, например, KNN, изготовленный добавкой 6 % цирконата титаната бария, успешно конкурирует с ЦТС-аналогом (рис. 4) и может быть использован при разработке датчиков детонации [Lam, Lin et al., 2007].

Кроме того, в качестве объекта исследования часто используют ниобат лития, LiNbO_3 . Хотя его пьезоэлектрические коэффициенты достаточно низкие (d_{33} порядка 30 пКл/Н) [Eckardt, Masuda et al., 1990; Miller, Savage, 1966], он обладает экстремально высокой температурой Кюри – 1145 °С. Созданные на его основе высокоэффективные материалы обладают бесконечной анизотропией пьезоэлектрических свойств

- Hiruma Y., Aoyagi R. et al. // Jpn. J. Appl. Phys. Pt. 1. 2005. 44. P. 5040–5044.
Hiruma Y., Nagata H. et al. // J. Appl. Phys. 2009. 105. P. 084112.
Jaffe B., Roth R.S. et al. // J. Appl. Phys. 1954. 25. P. 809–810.
Jones G.O., Thomas P.A. // Acta Crystallogr. B-Struct. Sci. 2002. 58. P. 168–178.
Lam K.H., Lin D.M. et al. // Review of Scientific Instruments. 2007. 78. P. 115109.
Li J.F., Wang K. et al. // J. Amer. Ceram. Soc. 2006. 89. P. 706–709.
Lin D., Kwok K.W. // J. Amer. Ceram. Soc. 2010. 93 (3). P. 806–813.
Maeder M.D., Damjanovic D. et al. // J. Electroceram. 2004. 13. P. 385–392.
Merz W.J. // Phys. Rev. 1949. 76. P. 1221–1225.
Miller R.C., Savage A. // Appl. Phys. Lett. 1966. 9. P. 167.
Patent US2012146462 (A1), 2012.
Patent WO 2015163685 (A1), 2015.
Rase D.E., Roy R. // J. Amer. Ceram. Soc. 1955. 38. P. 102–113.
Saito Y., Takao H. et al. // Nature. 2004. 432. P. 84–87.
Sasaki A., Chiba T. et al. // Jpn. J. Appl. Phys. Pt. 1. 1999. 38. P. 5564–5567.
Smolenskii G.A., Isupov V.A. et al. // Sov. Phys.-Solid State. 1961. 2. P. 2651–2654.
Suchanicz J., Jezowski A. et al. // Phys. Status Solidi A-Appl. Res. 1998. 169. P. 209–215.
Tripathy A., Pramanik S. et al. // Sensors. 2016. 16. P. 1135.
Tu C.S., Siny I.G. et al. // Phys. Rev. B. 1994. 49. P. 11550–11559.
von Hippel A. // Reviews of Modern Physics. 1950. 22. P. 221–237.
Xiao D.Q., Lin D.M. et al. // Appl. Phys. Lett. 2006. 88. P. 062901.
Xiao D.Q., Lin D.M. et al. // J. Electroceram. 2008. 21. P. 34–38.
Zang G.Z., Wang J.F. et al. // Appl. Phys. Lett. 2006. 88. P. 212908.
Zhang S.T., Kounga A.B. et al. // J. Appl. Phys. 2008. 103. P. 034108.
Zhang S-T., Yan F. et al. // Applied physics letters. 2010. 97. P. 122901.
Zhang Y.R., Li J.F. et al. // J. Amer. Ceram. Soc. 2008. 91. P. 2716–2719.

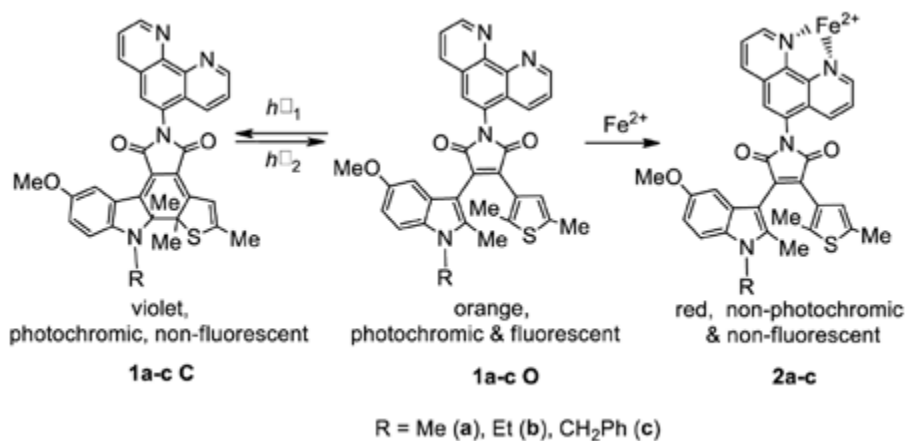
SYNTHESIS, PHOTOCROMIC AND CHEMOSENSOR PROPERTIES OF INDOLYL(THIENYL)MALEIMIDES WITH PHENANTHROLINE RECEPTOR

A.D. Dubonosov, E.N. Shepelenko

Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences,
Russian Federation, Rostov-on-Don
aled@ipoc.sfedu.ru

Bistable photochromic compounds are of considerable interest to create new polyfunctional materials for molecular electronics, optical molecular memory, photodynamic chemosensors, and biosensors [Zhang, 2013; Natali, 2012]. An important role belongs to diarylethenes, which possess isomeric forms with high fatigue resistance, thermal and photostability and are capable to display fluorescent, magnetic, chemosensor and complexing properties. Photochromic indolyl(thienyl)maleimides **1a–c** containing phenanthroline receptor in the bridge moiety were synthesized. Ring-opened maleimides **1 O** exhibit fluorescence with quantum yields of 0,027–0,037. Irradiation of their solutions with light of 436 nm results in the formation of non-fluorescent violet ring-closed isomers **2a–c C** (Scheme 1, Figure 1).

Re-opening of the cycle occurs by exposure to visible light ($\lambda > 500$ nm). The obtained compounds represent “naked-eye” selective chemosensor to Fe^{2+} cations resulting in the formation of red complexes **2a–c** (figure 2).



Scheme 1

Photochromic and chemosensor properties of indolyl(thienyl)maleimides 1a-c

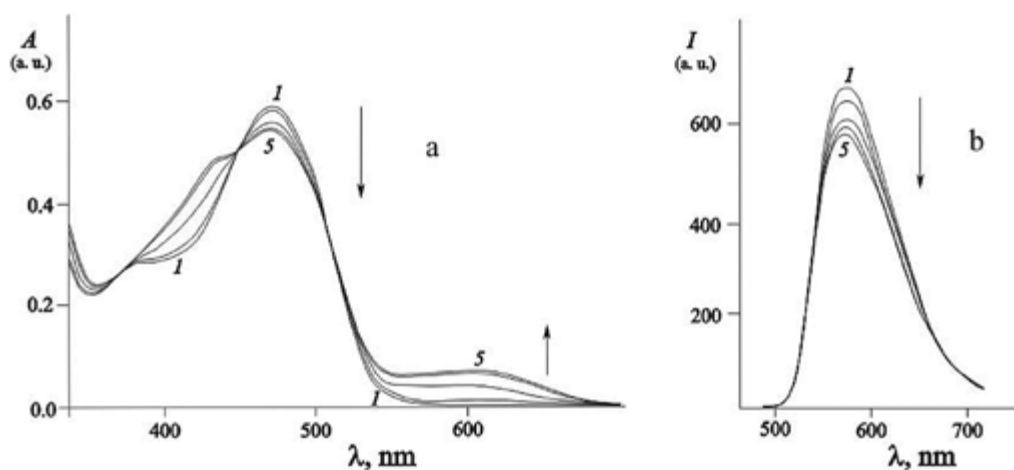


Fig. 1

Electronic spectra of maleimide 2a in toluene: a) absorption – before (1) and after irradiation with light of 436 nm for 40 (2), 180 (3), 360 (4) and 720 s (5) (6.310^{-5} mol L⁻¹); b) fluorescence of the same solutions (1–5).

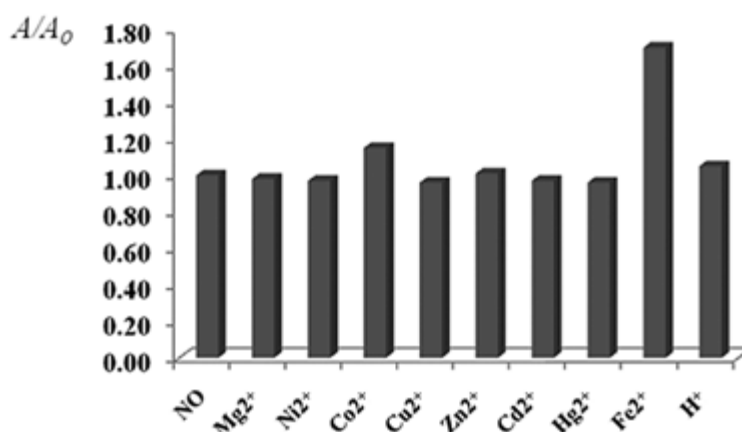


Fig. 2

Changes in the absorption intensity of maleimide 1a in acetonitrile at 480 nm after addition of the metal perchlorates (c_{id} 5.10^{-5} mol L⁻¹, c_{cat} 5.10^{-4} mol L⁻¹)

This work was supported by supported by funding in the framework of the State Order No. 007-01114-16 PR 0256-2014-0009.

REFERENCES

Natali M., Giordani S. *Chem. Soc. Rev.*, **2012**, *41*, 4010.

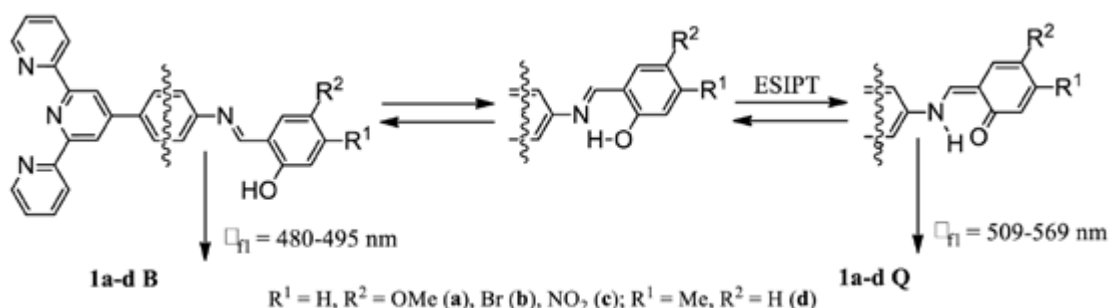
Zhang J., Zou, Q., Tian H. *Adv. Mater.* **2013**, *25*, 378.

FLUORESCENT DUAL-MODE TERPYRIDINE/O-HYDROXYIMINE CHEMOSENSORS

E.N. Shepelenko, A.D. Dubonosov

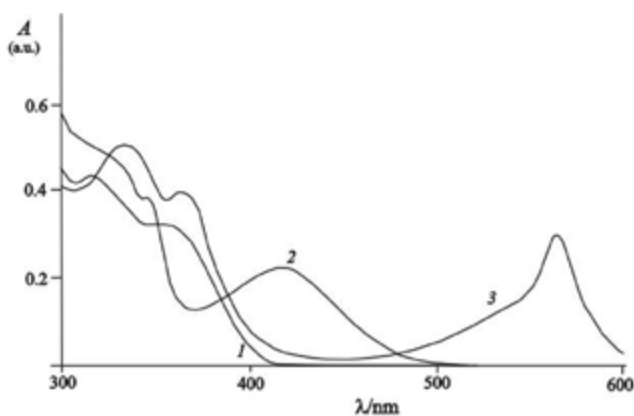
Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don
e-shepelenko@mail.ru

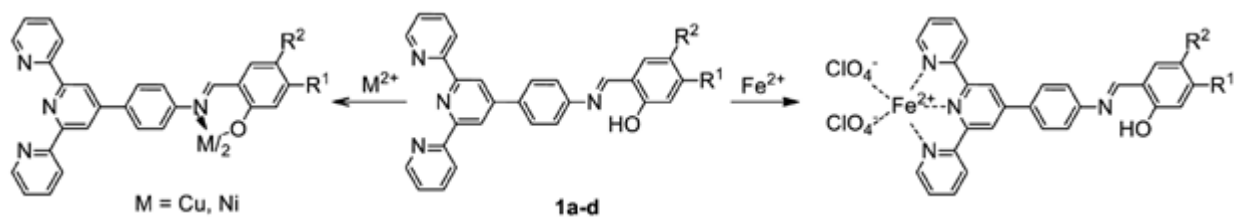
Design of effective organic chemosensors for express monitoring of vital (or toxic to living organisms) cations and anions in soil, atmosphere, waters, food products and biological objects represent an essential scientific area in organic chemistry [Chemosensors, 2011]. Fluorogenic sensors possessing high sensitivity and selectivity allow to perform *in situ* and *in vivo* studies [Carter, 2014]. Colorimetric chemosensors are capable of “naked-eye” detecting ions without using of cumbersome and expensive equipment [Kaur, 2011]. Dual-mode chemosensor terpyridines **1a–d** were synthesized and their spectral, luminescent and sensor properties investigated. They exhibit double fluorescence – at 480–495 nm with normal Stokes shift and at 509–569 nm with anomalous Stokes shift value (ASS) which is associated with ESIPT effect (Excited-State Intramolecular Proton Transfer) due to the fast intramolecular O–N proton transfer in the singlet excited state (Scheme 1).



In the presence of copper (II) and nickel (II) a visual distinct “naked eye” color change of acetonitrile solutions of **1a–d** from almost colorless (pale yellow) to bright yellow is observed. Selective chromogenic activity of terpyridines **1a–d** for iron (II) cations is characterized by appearance of a new intense absorption band at 573 nm (Figure 1, Scheme 2). In this case, a color of acetonitrile solutions changes from almost colorless (pale yellow) to violet.

Figure 1
Electronic absorption spectra of terpyridine **1b**
in acetonitrile before (1) and after addition of Cu^{2+} (2)
and Fe^{2+} (3) ($c = 210^{-5} \text{ M}$)





Scheme 2

*Sensing of Cu^{2+} , Ni^{2+} and Fe^{2+} by the dual-mode chemosensors **1a-d***

Thus, the synthesized terpyridines represent dual-mode chemosensors exhibiting chemosensing activity for both Cu^{2+} and Ni^{2+} cations (due to the *o*-hydroxyimine fragment) and Fe^{2+} cations (due to the terpyridine moiety).

This work was supported by supported by funding in the framework of the State Order No. 007-01114-16 PR 0256-2014-0009.

REFERENCES

- Carter K.P., Young A.M., Palmer A.E. *Chem. Rev.* **2014**. 114. 4564.
Chemosensors: Principles, Strategies, and Applications. Eds. E.V. Anslyn, B. Wang, Wiley, Hoboken, N.J., 2011.
Kaur N., Kumar S. *Tetrahedron.* **2011**. 67. 9233.

**РОССИЙСКИЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ
С РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ АРХИТЕКТУРОЙ**

И.А. Каляев¹, И.И. Левин²

¹Южный федеральный университет, г. Таганрог

²НИЦ суперЭВМ и нейрокомпьютеров, г. Таганрог

kaliaev@niimvus.ru, levin@superevm.ru

Необходимость решения важнейших задач высокотехнологичных отраслей промышленности и оборонного комплекса страны требует развития отечественных суперкомпьютерных технологий.

В настоящее время традиционные подходы к созданию суперкомпьютеров практически достигли своего технологического предела. Например, самый быстродействующий на сегодняшний момент в мире китайский суперкомпьютер Tianhe-2 с производительностью 38 Pflops ($38 \cdot 10^{15}$ операций в секунду) включает в состав 162 вычислительные стойки и потребляет около 18 МВт электрической энергии. Если проэкстраполировать эти данные, то получается, что при современном уровне развития технологий экзафлопсный (1×10^{18} операций в секунду) суперкомпьютер будет потреблять около 1 ГВт, что эквивалентно электроэнергии, вырабатываемой средней электростанцией, а его габариты будут соизмеримы с многоэтажным зданием.

В действительности ситуация еще проблематичнее. Большинство существующих в настоящее время суперкомпьютеров относятся к классу так называемых кластерных систем, представляющих собой объединение множества традиционных процессорных узлов с помощью стандартных сетевых решений. Известно, что суперкомпьютеры данного класса имеют существенные недостатки, связанные с относительно низкой скоростью процедур межпроцессорного обмена, ограниченной пропускной способностью сети передачи данных, необходимостью синхронизации множества взаимосвязанных последовательных процессов, каждый из которых выполняется на отдельном процессоре, и т.д. Все это приводит к тому, что высокую реальную производительность кластерные суперкомпьютеры демонстрируют в основном только при решении «слабосвязанных» задач, не требующих интенсивного обмена данными между процессорными узлами. При решении же «сильносвязанных» задач, например таких, как обработка радиолокационной и гидроакустической информации, цифровая обработка сигналов и изображений, криптография и мониторинг компьютерных сетей, обработка данных дистанционного зондирования и сейсмоанализ, обнаружение и опережающий расчет траектории движения воздушных и космических объектов и т.п., реальная производительность кластерных суперкомпьютеров резко снижается и не превышает, как правило, 5–10 % от пиковой (теоретически достижимой) производительности. Более того, попытки поднять производительность кластерной системы за счет увеличения количества процессорных узлов зачастую не только не приводят к положительному результату, а, наоборот, ведут к снижению ее реальной производительности, поскольку при этом резко возрастает доля непродуктивных «накладных расходов» в общем времени решения задачи, связанных с не «полезными» вычислениями, а с организацией параллельного вычислительного процесса. Все это вызвано принципиальными недостатками современных кластерных суперкомпьютеров, а именно их «жесткой» архитектурой, которая закладывается на этапе их создания и не может изменяться в процессе функционирования.

Указанных недостатков позволяет избежать подход, развиваемый научной школой академика РАН Каляева И.А. и профессора Левина И.И. Основная идея данного подхода заключается в предоставлении пользователю возможности настройки (адаптации) архитектуры суперкомпьютера под структуру решаемой им задачи. При

этом в качестве вычислительного устройства суперкомпьютера предложено использовать не стандартные микропроцессоры, а множество программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) большой степени интеграции, образующих единое вычислительное поле, в рамках которого пользователь может создавать проблемно-ориентированные вычислительные структуры, адекватные графу-алгоритму решаемой задачи. Вычислительное поле реконфигурируемого суперкомпьютера формируется путем модульного наращивания базовых вычислительных узлов, каждый из которых содержит в своем составе некоторое количество ПЛИС (фрагмент вычислительного поля) и конструктивно реализован на отдельной плате с учетом технологических ограничений (рис. 1).



Рис. 1

Плата базового вычислительного узла реконфигурируемого суперкомпьютера, содержащая фрагмент поля ПЛИС

Данный подход обеспечивает возможность «мелкозернистого» распараллеливания вычислительного процесса, а также минимизацию непродуктивных временных затрат на его организацию за счет адаптации архитектуры вычислителя к решаемой прикладной задаче, вследствие чего достигается высокая реальная производительность вычислительной системы, близкая к пиковой (теоретически достижимой), а также обеспечивается ее линейный рост при наращивании аппаратного ресурса вычислительного поля ПЛИС.

Развитие концепции реконфигурируемых суперкомпьютеров на основе ПЛИС потребовало разработки новой парадигмы программирования таких систем, а именно структурно-процедурного программирования вычислительного поля ПЛИС. Для этого был разработан комплекс системного программного обеспечения, позволяющий автоматизировать процесс программирования больших вычислительных полей ПЛИС и свести его по сложности к программированию традиционных кластерных суперкомпьютеров (рис. 2). Это позволило существенно расширить область применения реконфигурируемых суперкомпьютеров и сделать их более доступными для различных приложений.



Рис. 2

Комплекс системного ПО для структурно-процедурного программирования реконфигурируемых вычислительных систем (РВС)

В настоящее время реконфигурируемые вычислительные системы (РВС) на основе ПЛИС находят все более широкое применение при решении целого ряда актуальных прикладных задач, в первую очередь вычислительно трудоемких и «сильносвязанных» потоковых задач, требующих обработки больших массивов (потоков) данных по единому алгоритму, а также задач, требующих обработки данных нестандартных форматов или переменной разрядности, что особенно актуально для таких предметных областей, как цифровая обработка сигналов и изображений и криптография (рис. 3). Большую перспективу имеет применение малогабаритных реконфигурируемых суперкомпьютеров для решения задач обработки данных дистанционного и сейсмического зондирования земли.

В таблице 1 представлены сравнительные характеристики реконфигурируемых суперкомпьютеров разных поколений. Как видно, переход на следующее поколение ПЛИС приводит почти к двукратному увеличению удельной производительности и увеличению удельной энергоэффективности приблизительно в 1,5 раза. Переход на последнее поколение ПЛИС UltraScale потребовал внедрения принципиально новой системы погружного охлаждения, что позволило поднять удельную производительность системы более чем на порядок, а удельную энергоэффективность в 4 раза, и обеспечить тем самым производительность в 1 Pflops в одной стойке (рис. 4).



Рис. 3
Суперкомпьютер с реконфигурируемой архитектурой

Таблица 1

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РВС РАЗНЫХ ПОКОЛЕНИЙ

Год выпуска	Тип ПЛИС	Производительность выч. стойки РВС	Потребляемая мощность	Тип охлаждения	Удельная производительность Gflops/дм ³	Удельная энергоэффективность Gflops/Ватт
2009	Virtex-5	28 Tflops	32 КВт	Воздушное	17,5	0,875
2011	Virtex-6	51,8 Tflops	45 КВт	Воздушное	32,3	1,15
2013	Virtex-7	100 Tflops	50 КВт	Воздушное	62,5	2
2016	Ultra Scale (Virtex-8)	1000 Tflops	124 КВт	Жидкостное погружное	1500	8

Созданные российскими учеными и разработчиками реконфигурируемые суперкомпьютеры значительно опережают по основным техническим характеристикам кластерные суперкомпьютеры при решении актуальных прикладных задач, в том числе:

- по соотношению реальной производительности к пиковой в 6–10 раз;
- по удельной производительности (производительность в единице объема) в 10–30 раз;
- по энергоэффективности (производительность на один Ватт потребляемой мощности) в 6–8 раз.

Следует отметить, что разработка и производство реконфигурируемых суперкомпьютеров более чем на 90 % локализованы на территории России. Поэтому без преувеличения можно сказать, что в данной области наша страна является передовой и конкурентоспособна на мировом рынке.



Рис. 4
Вычислительный блок реконфигурируемого суперкомпьютера с погружной системой охлаждения

ОСОБЕННОСТИ СЕЙШЕВЫХ ТЕЧЕНИЙ В ЧАСТИЧНО ЗАМКНУТОМ БАССЕЙНЕ

В.А. Иванов, Ю.В. Манилюк, В.Ф. Санников

Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь
vaivanov@inbox.ru, uvmsev@yandex.ru, vf_sannikov@mail.ru

В ограниченных водоемах одним из самых распространенных видов движения жидкости, определяющих их гидрологический режим, являются сейшевые колебания. Значительный интерес представляют сейши в бассейнах с открытым входом. К бассейнам такого типа относятся бухты, лиманы, эстуарии, губы, заливы, лагуны и прочие. Так, в бухтах сейши могут быть причиной такого явления, как тягун [Рабинович, 1993], когда при относительно небольшой амплитуде колебаний уровня имеют место сильные волновые течения, приводящие к ударам судов о причалы или друг о друга, обрыву швартовых, затруднению или полному прекращению погрузо-разгрузочных операций. В связи с этим интерес исследователей к данному явлению постоянно высок. Как показывают эксперименты, важно учитывать двумерность волнового процесса. Так, в работе [Букреев, Стурова, 2013] указывается, что положения узловых точек сейшевых колебаний, полученных с использованием одномерной модели, отличаются от результатов эксперимента. Поэтому представляет интерес нахождение аналитического решения задачи о сейшах в бассейне с открытым входом в двумерной постановке и применения его для исследования сейш.

Рассмотрим свободные линейные колебания однородной невязкой жидкости в частично замкнутом бассейне с одним свободным входом. Будем предполагать, что волны длинные, атмосферное давление над акваторией бассейна постоянное. Влиянием вращения Земли пренебрежем. Движение жидкости в данном случае описывается системой уравнений длинных волн [Черкесов, Иванов, 1992]:

$$u_t = -g\zeta_x, v_t = -g\zeta_y, \zeta_t = -(hu)_x - (hv)_y, \quad (1)$$

где x, y – декартовы координаты, u, v – проекции вектора скорости движения жидкости на оси x, y соответственно, ζ – отклонение свободной поверхности, h – глубина бассейна, t – время, g – ускорение свободного падения.

На твердых боковых стенках бассейна должно выполняться условие непротекания

$$n_x u + n_y v = 0, \quad (2)$$

где n_x, n_y – направляющие косинусы внешней нормали n к береговой линии.

На жидкой границе бассейна Γ потребуем выполнение условия

$$\zeta(x, y, t)|_{\Gamma} = 0, \quad (3)$$

означающего, что на ней расположены узловые линии для всех мод свободных колебаний жидкости в рассматриваемом бассейне.

Рассмотрим бассейн прямоугольной формы, имеющий постоянную глубину h (рис. 1). Длина бассейна равна a , ширина b . Ширина входа в бассейн равна b .

Для данного бассейна граничные условия (2) примут вид

$$u(0, y, t) = 0; v(x, 0, t) = 0; v(x, b, t) = 0. \quad (4)$$

А граничное условие (3) запишется так:

$$\zeta(a, y, t) = 0. \quad (5)$$

Будем искать решение системы (1) в виде функций, периодических по времени и удовлетворяющих граничным условиям (4), (5):

$$u(x, y, t) = u_1(x, y)e^{i\sigma t}, v(x, y, t) = v_1(x, y)e^{i\sigma t}; \zeta(x, y, t) = \zeta_1(x, y)e^{i\sigma t}, \quad (6)$$

где σ – частота колебаний жидкости, i – мнимая единица.

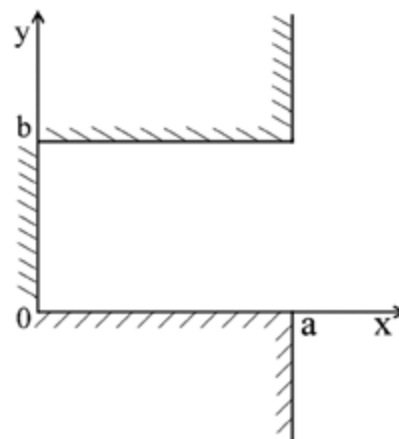


Рис. 1
Модельный бассейн

Для данного случая исходная краевая задача допускает получение аналитического решения методом разделения переменных [Владимиров, 1981]. Запишем его.

$$\zeta_{km}(x,y) = \zeta_{0km} \cos \frac{(1+2k)\pi x}{2a} \cos \frac{m\pi y}{b} \cos \sigma_{km} t, \quad (7)$$

$$u_{km}(x,y,t) = \zeta_{0km} \sqrt{\frac{g}{h}} \frac{(1+2k)b}{\sqrt{(1+2k)^2 b^2 + 4m^2 a^2}} \sin \frac{(1+2k)\pi x}{2a} \cos \frac{m\pi y}{b} \sin \sigma_{km} t, \quad (8)$$

$$v_{km}(x,y,t) = \zeta_{0km} \sqrt{\frac{g}{h}} \frac{2ma}{\sqrt{(1+2k)^2 b^2 + 4m^2 a^2}} \cos \frac{(1+2k)\pi x}{2a} \sin \frac{m\pi y}{b} \sin \sigma_{km} t, \quad (9)$$

где $k = 0, 1, 2, \dots; m = 0, 1, 2, \dots$

$$\lambda_{km} = \left(\frac{\pi(1+2k)}{2a} \right) + \left(\frac{m\pi}{b} \right). \quad (10)$$

$$\sigma_{km} = \frac{\pi}{2ab} \sqrt{gh} \sqrt{(1+2k)^2 b^2 + 4m^2 a^2}; \quad \tau_{km} = \frac{2\pi}{\sigma_{km}} = \frac{4}{\sqrt{gh}} \frac{ab}{\sqrt{(1+2k)^2 b^2 + 4m^2 a^2}} \quad (11)$$

При этом полученное решение обладает свойством полноты.

Сейшевые течения. Рассмотрим продольные сейши: $k \neq 0, m = 0$. На рисунке 2 приведены векторные поля для одноузловой продольной сейши.

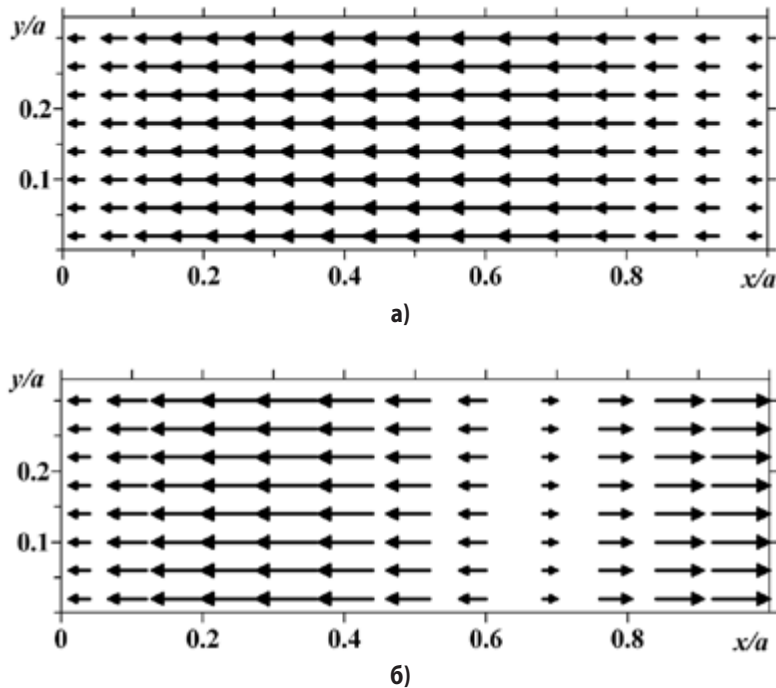


Рис. 2

Векторные поля волновых скоростей одноузловой продольной сейши $k = 1, m = 0$:
а) замкнутый бассейн, б) бассейн с открытым входом

Анализ векторных полей показывает, что волновые течения для данного вида сейш в бассейнах обоих типов одномерны. В замкнутом бассейне все векторы скорости направлены одинаково. А в бассейне с открытым входом имеют место две области, направления течений в которых противоположны. При этом область, расположенная ближе к открытой границе, имеет меньшие размеры. Направление течения в обоих бассейнах сохраняется постоянным в продолжение полупериода волны, а затем изменяется на противоположное. Из выражения (8) находим амплитуду составляющей скорости волнового течения u :

$$u_{0k0} = \zeta_{0k0} \sqrt{\frac{g}{h}}. \quad (12)$$

Из формулы (12) следует, что максимальная скорость волнового течения для продольных сейш в частично замкнутом бассейне не зависит от ширины бассейна и его длины. Она прямо пропорциональна амплитуде начального отклонения свободной поверхности и обратно пропорциональна \sqrt{h} . Аналогичная закономерность имеет место и для замкнутого бассейна [Manilyuk, Cherkesov, 2016].

Рассмотрим поперечные сейши $k = 0, m \neq 0$. На рисунке 3 представлены векторные поля волновых скоростей для одноузловой поперечной сейши.

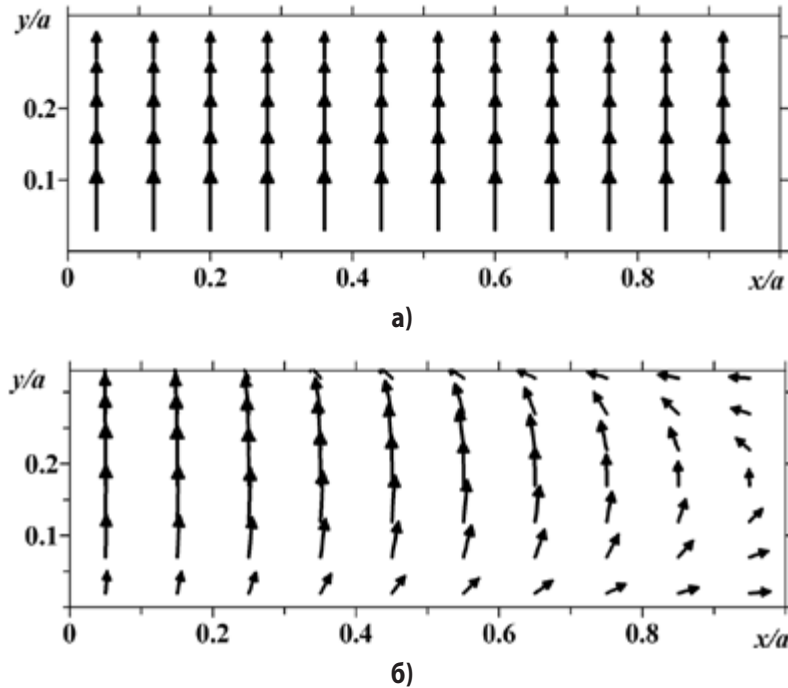


Рис. 3

Векторные поля волновых скоростей одноузловой поперечной сейши $k = 0, m = 1$:
а) замкнутый бассейн, б) бассейн с открытым входом

Анализ данных рисунков показывает, что в случае замкнутого бассейна течение одномерно, в бассейне с открытым входом – двумерно. Из формул (8), (9) имеем выражения для амплитуд составляющих скорости:

$$u_{00m} = \zeta_{00m} \sqrt{\frac{g}{h}} \frac{2ma}{\sqrt{b^2 + 4m^2a^2}}, \quad v_{00m} = \zeta_{00m} \sqrt{\frac{g}{h}} \frac{2ma}{\sqrt{b^2 + 4m^2a^2}}. \quad (13)$$

На основании соотношений (13) заключаем, что амплитуды составляющих волновых скоростей u и v не равны нулю и, следовательно, в бассейне с открытым входом поперечных сейш в общепринятом понимании не существует. При этом u_{0km} и v_{0km} обратно пропорциональны $\sqrt{h(b^2 + 4m^2a^2)}$; u_{0km} прямо пропорциональна b , v_{0km} прямо пропорциональна $2a$. Это существенно отличает сейши в бассейне с открытой границей от сейш в полностью замкнутом бассейне, для которого амплитуды составляющих скорости $u_{00m} = 0$, а v_{00m} определяется формулой, аналогичной (12) [Manilyuk, Cherkesov, 2016].

Для продольно-поперечных сейш $k \neq 0, m \neq 0$ из выражений (8), (9) следует, что амплитуды составляющих скорости u и v зависят от величин a, b, h . Также можно показать, что для сейш данного вида $|\mathbf{V}_{km}|^{\max} = \sqrt{\max(u_{0km}^2, v_{0km}^2)}$.

Когда $k = 0, m = 0$, в бассейне с открытым входом имеет место мода Гельмгольца. Эта мода отсутствует в спектре собственных колебаний жидкости в полностью замкнутом бассейне. Волновое течение для моды Гельмгольца всегда направлено параллельно оси x и его максимальная скорость не зависит ни от ширины бассейна b , ни от его длины a . Она прямо пропорциональна амплитуде начального отклонения свободной поверхности и обратно пропорциональна \sqrt{h} . Наибольшие скорости течений будут иметь место на открытой границе бассейна.

Установлено, что сейшевые колебания в замкнутом бассейне и в бассейне с открытой границей имеют как одинаковые, так и различные свойства.

- 1.1. Волновые течения в случае поперечных сейш ($k = 0, m \neq 0$) двумерны, их амплитуды зависят не только от начального отклонения уровня и глубины бассейна, но от его глубины и ширины.
- 1.2. В случае, когда $k = 0, m = 0$, в бассейне с открытым входом имеет место мода Гельмгольца, отсутствующая в замкнутом бассейне. Волновое течение для данной моды всегда направлено перпендикулярно входу в бассейн и его максимальная скорость не зависит от ширины и длины бассейна. Она прямо пропорциональна амплитуде начального отклонения свободной поверхности и обратно пропорциональна \sqrt{h} . Наибольшие скорости течений имеют место на открытой границе бассейна.
- 2.1. Максимальные скорости волновых течений имеют продольные сейши ($k \neq 0, m = 0$). При этом их величины одинаковы для всех мод и не зависят от ширины и длины бассейна. Они прямо пропорциональны амплитуде начального отклонения свободной поверхности и обратно пропорциональны корню квадратному из глубины бассейна. Наименьшие скорости течений имеют продольно-поперечные сейши.
- 2.2. Для всех видов сейш в бассейне максимальная скорость сейшевых течений убывает с увеличением глубины бассейна.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0827-2014-0010 «Комплексные междисциплинарные исследования океанологических процессов, определяющих функционирование и эволюцию экосистем Чёрного и Азовского морей, на основе современных методов контроля состояния морской среды и грядтехнологий».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Букреев В.И., Стурова И.В., Чеботников А.В. Сейшевые колебания в прямоугольном канале с резким расширением поперечного сечения // Прикладная механика и теоретическая физика. 2013. Т. 54. № 4. С. 22–32.
- Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1981. 512 с.
- Рабинович А.Б. Длинные гравитационные волны в океане. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 325 с.
- Черкесов Л.В., Иванов В.А., Хартиев С.М. Введение в гидродинамику волн. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 264 с.
- Manilyuk Yu.V., Cherkesov L.V. Investigation of Free Liquid Oscillations in a Bounded Basin Representing an Approximate Model of the Sea of Azov // Physical oceanography. 2016. Vol. 2. P. 14–23.

НОВЫЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП МАЛОВОЗМУЩАЮЩИХ ПОТЕНЦИОСТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ С РЕДУКЦИЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СРЕДСТВ ОПЕРАТИВНОГО ОНЛАЙН-КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

А.В. Седов¹, М.С. Липкин², Д.А. Онышко², С.М. Липкин²

¹Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону

²Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск
Sedov07@list.ru, keil23@yandex.com

При эксплуатации ответственных модулей бесперебойного электропитания, например, управляющих цепей электростанций и подстанций, аккумуляторные батареи зачастую находятся в режиме постоянного подзаряда или «буферном» режиме. Это необходимо для обеспечения высокой степени готовности к переходу в рабочий режим с полной нагрузкой. Такой режим эксплуатации модулей бесперебойного электропитания требует постоянного мониторинга состояния аккумуляторов в батарее без отключения их из цепи, а именно контроль следующих параметров: текущей (остаточной) емкости отдельных аккумуляторов; активационных параметров

аккумуляторов; тока батареи при ее заряде и разряде; сопротивления изоляции; внутреннего сопротивления аккумуляторов и др.

Эффективная и продолжительная работа модуля бесперебойного электропитания определяется тем, насколько текущий заряд каждого аккумулятора в батарее близок к номинальному. Большие расхождения зарядов свидетельствуют о деградации аккумуляторов и требуют принятия специальных мер. Наличие одного или нескольких неисправных аккумуляторов в батарее приводит к быстрому разряду батареи, увеличению нагрузки на исправные аккумуляторы и в конечном итоге ускоренному выходу из строя всей батареи.

В силовых приложениях важным параметром аккумулятора является работа в переходном режиме при подключении нагрузки, такой как инверторы напряжения, электродвигатели, электромагнитные устройства. Поведение аккумулятора в таких режимах во многом определяется активационным сопротивлением и емкостью [Lipkin, 2014; Седов, 2015; Онышко, 2015]. Эти параметры определяют длительность переходного процесса, а также время восстановления стационарного режима после завершения стартерного режима. Анализ доступных источников информации свидетельствует о недостаточной проработке вопросов оперативного онлайн-определения указанных активационных параметров.

Для оперативной оценки остаточного заряда, активационных параметров каждого аккумулятора без отключения его из цепи предложен принцип маловозмущающего зондирования, основанный на потенциостатических испытаниях и методике интеллектуальной математической обработки с редукацией измерений [Седов, 2014; Lipkin, 2014; Седов, 2015].

Многочисленные исследования [Lipkin, 2014; Седов, 2015] свидетельствуют о том, что внутреннее сопротивление аккумуляторов не является стабильной величиной, а зависит от его остаточной емкости. В связи с этим необходим учет текущей емкости при измерении этого параметра в условиях конкретного режима эксплуатации.

Контроль основных параметров аккумуляторных батарей, находящихся в буферном режиме, осуществляется без разряда батареи и отключения ее из оперативной цепи. Эксплуатационный ресурс аккумуляторной батареи в значительной степени зависит от идентичности параметров аккумуляторов в батарее. С увеличением числа циклов заряд – разряд степень расхождения параметров увеличивается [Седов, 2015].

Использование встраиваемого устройства [Седов, 2016] онлайн-контроля параметров аккумуляторов, как правило, осуществляется в составе общей системы управления эксплуатацией аккумуляторов.

Принцип контроля параметров аккумуляторов с маловозмущающим зондированием по методу потенциостатических испытаний [Седов, 2014; Lipkin, 2014; Седов, 2015] использует воздействие в виде многоступенчатой последовательной во времени серии изменений напряжения ΔU на зажимах аккумулятора, показанное на рисунке 1. Измеряется изменяющийся во времени график тока $I_{\text{акк}}(t)$ через аккумулятор или ток отклика при подаче на аккумулятор зондирующего воздействия в виде нарастающих на величину ΔU ступеней напряжения из диапазона $[U_0 \div U_{\text{max}}]$, где U_0 – зарядное буферное напряжение аккумулятора.

Методика интеллектуальной математической обработки графиков на основе редукации измерений позволяет точно и робастно провести оценку параметров аккумулятора. Робастность и возможность измерения таких параметров, как остаточная емкость, активационные параметры, определяется использованием не отдельных статических измерений тока, а совместным анализом динамически изменяющихся графиков тока отклика, состоящих из целого ряда информативных взаимосвязанных точек [Седов, 2010; Седов, 2014; Lipkin, 2014].

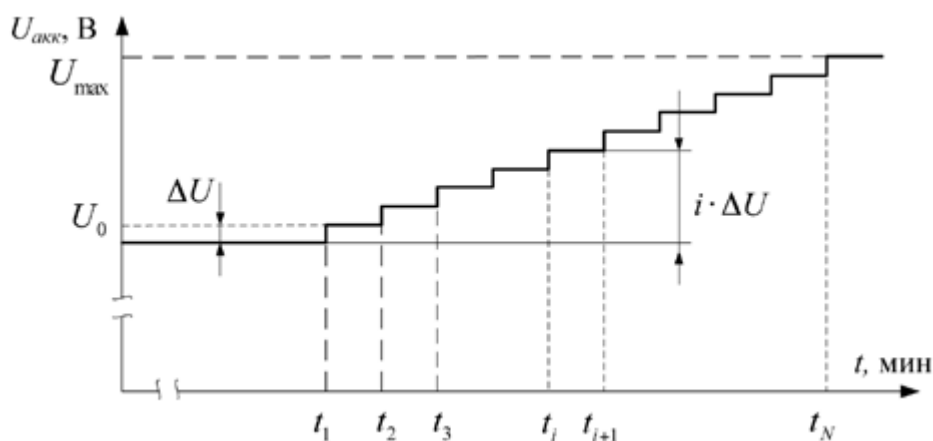


Рис. 1

Многоступенчатое потенциостатическое воздействие $U_{\text{акк}}(t)$

Проведенные эксперименты и анализ для совокупности промышленных никель-кадмиевых аккумуляторов [Седов, 2014; Lipkin, 2014; Седов, 2015] показал, что с увеличением числа ступеней N общая достоверность и точность контроля параметров аккумулятора возрастает. Однако при числе ступеней $N > 5$ максимальная относительная погрешность определения основных параметров никель-кадмиевых аккумуляторов составляет менее 1,2 % и уменьшается незначительно.

Косвенные измерения активационных параметров осуществляются с использованием уточненной математической модели аккумулятора, которая идентифицируется в процессе потенциостатических испытаний, и представлена схемой замещения [Онышко, 2015] (рис. 2).

Потенциостатические изменения напряжения вызывают переходные процессы, обусловленные активационными параметрами в аккумуляторе. По истечении некоторого времени влияние переходного активационного процесса ослабевает и основным процессом становится разряд емкости C_1 , зависящий от остаточной емкости аккумулятора.

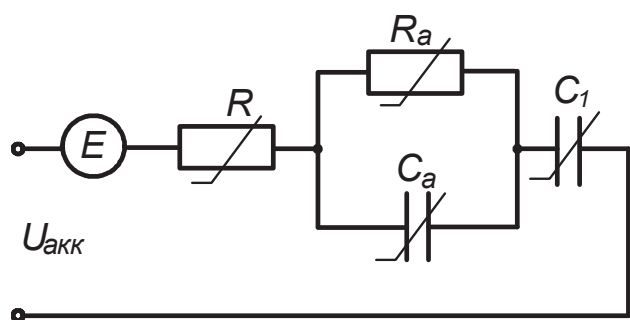


Рис. 2

Схема замещения аккумулятора:
 E – идеальный источник постоянной ЭДС;
 R – сопротивление электролита в межэлектродном пространстве;
 R_a, C_a – элементы активационного блока;
 C_1 – конденсатор, соответствующий основной токообразующей электрохимической реакции

По измерениям тока отклика определяются значения параметров элементов R, R_a и C_a схемы замещения из системы нелинейных уравнений:

$$\begin{cases} I_{1k}(R_{ak}, C_{ak}, t_{1k}) = I(t_{1k}), \\ I_{2k}(R_{ak}, C_{ak}, t_{2k}) = I(t_{2k}), \end{cases} \quad k = \overline{1, N}.$$

Для определения остаточной емкости используется регрессионная модель пониженной размерности, полученная по малоразмерным образам токовых откликов на потенциостатическое воздействие [Седов, 2014; Lipkin, 2014; Седов, 2016]. Для построения пространства пониженной размерности используются адаптивно-компонентные декомпозиционные подходы [Седов, 2010].

Оценка степени взаимосвязи значений тока отклика с искомыми активационными параметрами аккумулятора может быть осуществлена с помощью вычисления чувствительности, которая может быть получена путем дифференцирования тока отклика в цепи аккумулятора по измеряемым параметрам:

$$\frac{\partial I(t)}{\partial C_a} = \frac{U_n t}{R^2 C_a^2} \exp\left(-\frac{R + R_a}{C_a R R_a} t\right),$$

$$\frac{\partial I(t)}{\partial R_a} = \frac{U_n t}{R + R_a} \left(\frac{1}{R + R_a} + \frac{t}{C_a R R_a} \right) \exp\left(-\frac{R + R_a}{C_a R R_a} t\right) - \frac{U_n}{(R + R_a)^2}.$$

Исследование поверхностей графиков чувствительности для активационной емкости C_a при напряжении ступени $U_n = 0,05$ В и $R = 0,05$ Ом показало, что максимальные значения чувствительности имеют место во временном интервале 3–6 с, при значениях времени больше 6 с приращение чувствительности практически не наблюдается.

Вывод. Анализ методов измерения основных параметров никель-кадмиевых аккумуляторов показал, что прямое измерение их не всегда возможно из-за сложной взаимозависимости, необходимости большого времени измерения, существенного изменения состояния заряда аккумулятора или необходимости отключения аккумулятора из рабочей схемы для измерения, то есть реализации режима офлайн. Поэтому предложено остаточную емкость и активационные параметры аккумуляторов измерять с использованием нового принципа по значениям тока отклика, полученным при потенциостатических испытаниях. При этом реализуется регуляризи-

рующая математическая обработка с редукцией измерений. Для оценки параметров получены аналитические выражения, учитывающие нелинейность и нестационарность параметров аккумулятора во всем диапазоне эксплуатационных режимов работы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 15-08-08352 и темы базового финансирования ЮНЦ РАН № 00-17-03.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Онышко Д.А., Седов А.В., Липкин М.С. Активный импульсно-релаксационный принцип диагностики для оперативного контроля параметров аккумуляторов в технических системах // Наука в современном информационном обществе. Spc Academic. Nort Charleston, USA, 2015. Т. 2. С. 161–165.

Седов А.В. Моделирование объектов с дискретно-распределенными параметрами: декомпозиционный подход. М.: Наука, 2010. 438 с.

Седов А.В., Липкин М.С. и др. Адаптивное моделирование при определении минимальной остаточной емкости аккумуляторов резервных источников тока // Изв. вузов. Электромеханика. 2014. № 3. С. 60–62.

Седов А.В., Онышко Д.А. и др. Импульсно-релаксационное устройство оценки параметров никель-кадмиевых аккумуляторов. Пат. РФ № 160681. МПК G01R 31/36. Опубл. 27.03.16. Бюл. № 9.

Седов А.В., Онышко Д.А., Липкин М.С. Физико-математические принципы построения средств интеллектуального контроля автономных аккумуляторных источников питания // Фундаментальные исследования. 2015. № 12–6. С. 1134–1138.

Lipkin M.S., Sedov A.V. and others. Step-Voltage Testing of Ni-Cd Batteries // ECS Meeting Abstracts. Cancun, Mexico, 2014. URL: <http://ma.ecsdl.org/content/MA2014-02/1/45.abstractsid=164b6120-d520-4a8e-8965-3fb4edf2f759>.

**ТРАГЕДИЯ «ОБЩИХ РЕСУРСОВ»:
ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ
К РЕШЕНИЮ СОЦИАЛЬНЫХ ДИЛЕММ**

М.Ю. Барбашин

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
barbm@yandex.ru

С институциональной точки зрения общие ресурсы характеризуются несколькими социально-поведенческими особенностями:

1. Равенство доступа. Монополизация невозможна либо по физическим, либо по социальным и экономическим причинам. Хотя те, кто наиболее активно пользуется общим ресурсом, могут пытаться ограничить поток присваивателей посредством институтов гейткипинга [Мое, Syvertsen, 2007], полное исключение доступа слишком сложно и/или затратно. Выигрыша в виде возможного уменьшения количества извлекаемых единиц ресурса другими недостаточно, чтобы компенсировать издержки на создание полноценной системы мониторинга и контроля.

2. Неопределенность круга лиц: отсутствие формально установленного собственника или «списочного» состава тех, кто имеет право на доступ и извлечение ресурса. Даже если существует формальный собственник (например, органы местного самоуправления), в ведении которых совершение операций с общим ресурсом, отсутствие механизмов принуждения к соблюдению соответствующего прав девальвирует институт собственности. Экстенсивное использование ресурса не является легко верифицируемым и идентифицируемым. Нет фиксации тех, кто извлекает ресурс постоянно, а кто – периодически или воздерживается. Нет точного учета объема извлечения единиц ресурса, который приходится на каждого. Если отсутствует анонимность, то проще справиться с вызовами истощения ресурса.

3. Оппортунизм. Из-за противодействия отдельных заинтересованных индивидов или групп обычно не получается создать институциональную систему, препятствующую оппортунизму. Поскольку доступ неавторизованный и нет четкой привязки идентичности пользователя и объема доступного ресурса, любой заинтересованный агент может использовать ресурсные единицы с той степенью интенсивности, которая ему подходит в текущий момент или которая устраивает его в соответствии с рациональными принципами максимизации выгоды, не обращая внимания на действия или бездействие других членов сообщества и не учитывая экстернальный эффект на текущее и/или будущее использование ресурса другими.

4. Нестабильность социального контроля. Хотя за поведением индивида обычно осуществляется многосторонний мониторинг, он не является постоянным. Многим удается избежать наказания. Действия по извлечению ресурса являются либо сложными для фиксации, либо малозаметными для мониторинга, который не обладает институционализированным характером.

5. Асимметричность отношений «изъятие – восстановление». Со стороны тех, кто пользуется ресурсом, обратные вложения в восстановление ресурсной системы меньше, чем извлечения, что превращает эксплуатацию ресурса в «дорогу с односторонним движением». В крайних случаях в восстановление ресурсной системы не вкладывается ничего.

6. Естественная деградация. Процессы деградации развиваются по принципу «затягивающей воронки»: каждая следующая транзакция по присвоению оказывает худшее воздействие на ресурсную систему, чем предыдущая. Разгоняющиеся процессы негативной институциональной трансформации сложно повернуть вспять. Если общий ресурс уже находится в состоянии деградации, поведение присваивателей напоминает действия мародеров после отступления армии: они стремятся как можно быстрее изъять то, что еще остается, не обращая внимания на потребности и интересы других людей.

7. Нечеткость институциональных ограничений. Хотя в сообществе могут существовать традиции и обычаи, предписывающие порядок доступа и извлечения ресурса, ограничения не являются четко определенными. Традиционные практики извлечения общего ресурса нацелены не столько на обеспечение экономической эффективности, сколько на сохранение исторической неизменности привычного уклада жизни. Они не препятствуют экстенсивному и неконтролируемому использованию ресурса.

8. Слабость социального доверия. Деградация общего ресурса сопровождается упадком горизонтальных связей. Это блокирует гражданские инициативы или существенно повышают транзакционные издержки по их инициации.

9. Эмоциональная нагруженность транзакций. Для общих ресурсов характерно отсутствие «зоны безразличия» и невозможность обезличенных арбитражных сделок. Предпочтения в сфере экологии носят иерархический характер (что характерно для рынков матчинга): лишь в немногих случаях сообщество спокойно наблюдает за разрушением ресурсной системы. Наиболее активные его члены стремятся остановить процессы деградации и/или наказать тех, кого они считают «виновными».

10. Отсутствие доступной информации. Тем, кто принимает решения, часто не хватает качественной информации (научных данных биологического, гидрологического, климатического характера и пр.) в открытом доступе о долгосрочных последствиях изъятия ресурсных единиц. Способность сообщества реагировать на поступающую негативную информацию зависит от транспарентности связи между степенью деградации общего ресурса и оценки ухудшения извлекаемых из него полезных продуктов. Если крестьяне выводят пастись на общих лугах молочных коров, ухудшение качества продукта (из-за соответствующего ухудшения травяного покрова пастбища) они заметят практически сразу. Результатом может стать быстрая выработка институциональных соглашений. Если животноводство является мясным, то владельцы коров могут так и не понять, что назрела необходимость в кооперативном решении дилеммы общих ресурсов, поскольку отсутствует непосредственная и обратная связь с покупателями [Gilles, Jamtgaard, 1981].

11. Экстернальность. Это воздействие поведения одного социального агента на другого (других) без наличия явно выраженного согласия [Buchanan, 1971]. В социальных дилеммах экстернальность (также называется эффектом выплескивания) [Garmaise, Natividad, 2016] подразумевает перекаldывание издержек и/или использование ресурсов невовлеченных сторон.

Необходимость быстрого извлечения ресурсов в условиях ограниченного времени осознается как примерный аналог политики гонки вооружений: важно действовать как можно быстрее и хотя бы немного опередить реальных или потенциальных конкурентов. Поскольку социальный агент не уверен, сможет ли он воспользоваться общим ресурсом в будущем, он дисконтирует действия, снижая горизонт планирования до временного интервала, наиболее удобного для извлечения ресурса. «Чем выше норма дисконтирования, тем ближе ситуация к модели «дилеммы одного выстрела», в рамках которой преобладающей стратегией всех присваивателей будет истощительное использование общего ресурса» [Остром, 2011].

Одной из ключевых проблем современного неинституционализма является вопрос, как создать «из ситуации, в которой люди действуют независимо друг от друга, ситуацию, в которой они выберут скоординированные стратегии, чтобы получить больше общего блага или уменьшить общий вред» [Остром, 2011, с. 156]. Существует несколько вариантов решения социальных дилемм (которые на практике часто пересекаются):

1. Регулятивный. Со стороны государственных органов предлагается административное решение, соблюдение которого на местном уровне целиком зависит от способности государства реализовывать функции по мониторингу, контролю и принуждению.

Необходимость административного регулирования можно рассматривать как следствие теоремы К. Эрроу о невозможности: для оптимального выбора нужно обладать диктаторскими полномочиями [Arrow, 1969]. Сторонники этой точки зрения полагают: маловероятно, чтобы принуждения институты применялись систематически и без нарушений. Причина, по которой власти несут расходы по трансформации, заключается как в том, что нормы связаны между собой в институциональную сеть, так и в том, что у других социальных субъектов отсутствуют достаточные ресурсы: в административных структурах работает больше людей, у них больше информации и возможностей контроля.

Преимущества регулятивного варианта состоят в фактическом перенесении рисков с микросоциального уровня на макросоциальный: если решение чиновников ошибочно, ответственность и издержки берет на себя государство.

2. Психологический. Многие институциональные меры неэффективны без укрепления групповой идентичности [Барбашин, 2013b]. В некоторых случаях рекомендуется нейминг: переименование однократной дилеммы заключенного в «игру сотрудничество» [Fehr, Schmidt, 1999: 852] повышает уровень социальной кооперации, по сравнению с экспериментальной ситуацией, которую называют «игрой в Уолл-Стрит».

3. Экономический. Этот подход предполагает, что ради целей экономического развития общие ресурсы должны быть открыты неопределенному кругу лиц на коммерческой основе: участие в извлечении ресурса смогут принять не те, кто исторически занимается этим видом деятельности, а все те, кто способен заплатить за получение доступа. Для коммерциализации необходима спецификация прав и передача их собственнику, который заинтересован в постоянном получении ренты, а значит, в сохранении ресурсной системы [Барбашин, 2014a].

4. Социокультурный. Большая часть магических ритуалов и обрядов в традиционном социуме нацелена на поддержание природного равновесия. На эту цель «работают» институциональные механизмы случайного выбора (в дореволюционной России порядок распределения хозяйственной работы между крестьянами определялся по жребию) [Козлов, 2002, с. 88]. Системы запретов наподобие табу [Дуглас, 2000] ограничивают истребление уязвимых видов.

5. Образовательный. Этот подход предполагает необходимость обучения членов сообщества экологически ответственным навыкам поведения и природно-ориентированному мышлению [Барбашин, 2013a].

6. Институциональный. Конструирование институтов подразумевает не только наличие некоторой рациональной мотивации у социальных агентов, но и готовность согласиться с институциональным регулированием распределения доступа к ресурсам [Барбашин, 2011].

В общем виде для решения социальных дилемм предлагается сформировать институциональное пространство [Барбашин, 2014b], которое обеспечивает социальных агентов информацией о характере возможных действий и отношений. Одновременно нужно создать некоторые ограничения для аутсайдеров: принятая система правил, которые обеспечивают преимущества членам сообщества, должна быть сложной для понимания или имплементации или транзакционно затратной для всех остальных, кто, возможно, также хотел бы получить доступ к системе общего ресурса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барбашин М.Ю. «Советскость» в этносоциальном пространстве: этнические и институциональные аспекты // Политика и общество. 2013b. № 3. С. 368–372.

Барбашин М.Ю. Институты высшего образования и социальные дилеммы (компаративный анализ российской и американской образовательной систем) // Педагогика и просвещение. 2013a. № 2(10). С. 151–158.

Барбашин М.Ю. Институциональная демократия и социальные дилеммы: опыт постсоветских трансформаций. Saarbruchen, Germany: Lambert Academic Publishing, 2011.

Барбашин М.Ю. Методологические возможности «Блумингтонской школы» и перспективы развития современного неоинституционализма // Журнал социологии и социальной антропологии. 2014a. XVIII. № 1. С. 98–112.

Барбашин М.Ю. Оптимальные институциональные стратегии и идентичность в условиях неопределенности социальных дилемм (на примере бинарных игр) // Журнал институциональных исследований. 2014b. Т. 6. № 4. С. 116–136.

Дуглас М. Чистота и опасность. Анализ представлений об осквернении и табу. М.: Канон-Пресс-Ц; Кучково Поле, 2000.

Козлов С.А. Аграрные традиции и новации в дореформенной России (центрально-нечерноземные губернии). М: РОССПЭН, 2002. С. 88.

Остром Э. Управление общим: эволюция институтов коллективной деятельности. М: Мысль, 2011. С. 267–268.

Arrow, Kenneth J. The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-market Allocations // The Analysis and Evaluation of Public Expenditures: the PPB Systems. Washington, D.C.: Government Printing Office. 1969. P. 62.

Buchanan J.M. The Bases of Collective Action. New York: Learning Press, 1971. P. 73.

Fehr, Ernst; Schmidt Klaus M. A Theory of Fairness, Competition, and Cooperation // The Quarterly Journal of Economics, August, 1999. P. 852.

Garmaise M. and Natividad G. Spillovers in Local Banking Markets // The Review of Corporate Finance Studies, 2016. 5(2). P. 139–165.

Gilles J.L. and Jamtgaard K. Overgrazing in Pastoral Areas: the Commons Reconsidered // Sociologia Ruralis. 1981. 21. P. 129–141.

Moe, Hallvard and Syvertsen, Trine. Media Institutions as a Research Field: Three Phases of Norwegian Broadcasting Research. Nordicom, 2007. 29(2). P. 149–167.

ГОДОВОЙ ЦИКЛ РАЗВИТИЯ И ПРОДУКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЕЛАГИЧЕСКИХ АЛЬГОЦЕНОЗОВ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД И ФЬОРДОВ ЗАПАДНОГО ШПИЦБЕРГЕНА

П.Р. Макаревич, Е.И. Дружкова, А.А. Олейник, В.В. Ларионов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
makarevich@mmbi.info

Планктонные исследования в Баренцевом море планомерно ведутся уже более ста лет, но в силу исторических причин до нынешнего времени их география не охватывает всю акваторию водоема, и некоторые участки остаются малоизученными с точки зрения структурно-функциональной организации пелагических экосистем и их продуктивности. Таковыми в первую очередь являются прибрежные районы полярных архипелагов: Земли Франца-Иосифа, Шпицбергена, Новой Земли. А между тем их исследования могут стать источником ценной информации, способной привести к пересмотру традиционных взглядов на продукционный потенциал баренцевоморской пелагиали в целом.

В настоящий момент субарктические прибрежные зоны – самые высокопродуктивные участки северных морских водоемов – изучены достаточно подробно, тогда как арктическая область в силу своей труднодоступности остается во многих отношениях белым пятном. Принято считать, что аналогично пелагиали открытого шельфа весь годовой цикл развития арктических прибрежных экосистем полностью определяется сезонной динамикой ледяного покрова. Однако, как показали наши наблюдения, в прибрежье полярных архипелагов эта связь в большой степени осложняется нестабильной гидрологической обстановкой: формированием многочисленных мезомасштабных структур – апвеллингов, даунвеллингов, вихрей и пр., – что вызывает ее значительную короткопериодную изменчивость (порядка дней), индуцирующую соответствующую вариабельность структуры и функционирования пелагических экосистем.

При этом фрагментарность имеющихся данных до последнего времени не позволяла получить достоверную картину пространственного распределения и хода временной изменчивости качественных и количественных характеристик сообществ первичных продуцентов. В итоге общая оценка продуктивности рассматриваемых участков баренцевоморской акватории с высокой долей вероятности могла оказаться сильно заниженной.

Многолетние исследования, проводившиеся планктонологами ММБИ КНЦ РАН в заливах островов Западного Шпицбергена и прилегающих водах, дали возможность восполнить данный пробел в знаниях. На основе полученных результатов нами впервые описана структура годового цикла и динамика показателей развития пелагических альгоценозов этой области Арктического бассейна, а также произведен расчет продукционного потенциала фьордов архипелага.

Начало вегетационного периода микрофитопланктона приходится на последнюю декаду марта. В слое 0–40 м общая биомасса сообщества достигает в среднем 5×10^2 мкгС/м³, его основу составляют холодноводные пеннатные диатомовые *Amphiprora hyperborea* Grun., *Fragilariopsis oceanica* (Cl.) Hasle, *Navicula septentrionalis* (Grun.) Gran, *Navicula vanhoeffenii* Gran, *Nitzschia frigida* (Grun.). В конце апреля начинается развитие центрических диатомей рода *Chaetoceros* (*C. furcellatus*, *C. socialis*) и *Thalassiosira* (*T. antarctica*, *T. nordenskiöldii*), вегетация которых определяет общее обилие фитопланктона до конца мая. Средняя биомасса микроводорослей на пике развития, в середине мая, составляет в верхнем 40-метровом слое 1×10^5 мкгС/м³, на отдельных горизонтах значения достигают $3,3 \times 10^5$ мкгС/м³. В последнюю декаду мая происходит быстрая деградация комплекса «весенних» видов и снижение биомассы (среднее значение 1×10^4 мкгС/м³), в этот период формируется «летний» фитопланктон.

В качественном отношении последний представлен двумя комплексами. В первую половину июня, когда в пелагиали еще присутствуют следы весеннего «цветения» в виде споронесущих клеток диатомей *Chaetoceros socialis*, *C. furcellatus*, *Thalassiosira nordenskiöldii*, в альгоценозе развиваются динофлагелляты, среди которых доминируют *Amphidinium sphenoides*, *Gyrodinium lachryma*, *Protoperidinium brevipes*, *P. islandicum*, *P. pellucidum*. На отдельных горизонтах за счет развития крупноразмерных видов динофитовых общая биомасса достигает 5×10^4 мкгС/м³ при среднем значении 6×10^3 мкгС/м³. В августе формируется комплекс с доминированием диатомовых (*Nitzschia seriata*, *Rhizosolenia borealis*) и мелких жгутиковых (*Dinobryon balticum*, *Exuviaella* sp., *Plagioselmis* sp., *Gymnodinium* sp.). На этой фазе развития альгоценоза, несмотря на невысокий в целом уровень обилия (биомасса в среднем 1×10^3 мкгС/м³), в отдельных точках пелагиали формируются условия для сравнительно массового развития фитопланктона (общая биомасса достигает $1,5 \times 10^4$ мкгС/м³), в том числе и автотрофов-диатомей (создающих до 1×10^4 мкгС/м³).

Переход на осенне-зимний режим начинается в последнюю декаду августа уменьшением биомассы до 2×10^2 мкгС/м³, доминирующие формы – виды р. *Chaetoceros* (*C. concavicornis*, *C. convolutus*, *C. decipiens*) и мелкие пеннатные диатомовые. Затем, в середине октября, биомасса микроводорослей снижается до 1×10^2 мкгС/м³ и находится на этом уровне до начала нового сукцессионного цикла.

На акватории Ис-фьорда и Грэн-фьорда (западное побережье архипелага Шпицберген) кривая годового хода развития альгоценоза имеет унимодальный характер с годовым максимумом обилия в мае (рис. 1). В весенне-летний календарный сезон биомасса микроводорослей, рассчитанная на единицу площади для слоя 0–10 м, составляет 1000 мкгС/м², доминирующий комплекс – центрические диатомеи рр. *Chaetoceros* и *Thalassiosira*. Далее этот показатель постепенно снижается, достигая к концу августа 2 мкгС/м², когда наступает осенне-зимняя фаза годового продукционного цикла. Сравнение этих данных с результатами наших исследований

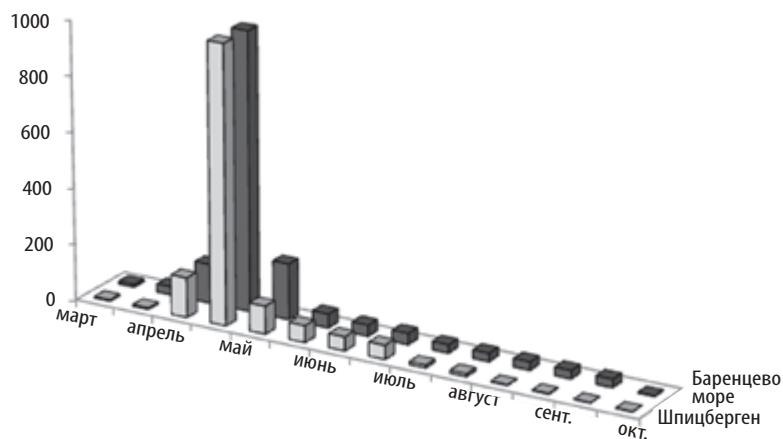


Рис. 1

Динамика запаса микроводорослей (мгС/м²) в слое 0–10 м на акватории архипелага Шпицберген и открытой части Баренцева моря

в других областях Арктического бассейна выявило сходный характер сезонной изменчивости биомассы фитопланктона во фьордах Западного Шпицбергена и в северной открытой части Баренцева моря (рис. 1). Близким оказался и качественный состав сообществ в весенне-летний период. Подобное сходство может являться косвенным подтверждением определяющего влияния атлантических вод на развитие пелагических альгоценозов рассматриваемых акваторий.

Таким образом, флористическое разнообразие сообществ фитопланктона прибрежной зоны архипелага Шпицберген характеризуется преобладанием представителей отделов диатомовых и динофитовых водорослей, что, безусловно, является общим свойством всех акваторий морей Арктики. В сезонной динамике сообщества пелагических микроводорослей прибрежных вод архипелага прослеживается один весенний максимум обилия с полным доминированием диатомовых водорослей.

ДИСТАНЦИОННАЯ ОЦЕНКА ФИТОМАССЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ СУХОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Л.Д. Немцева^{1,2}, С.И. Михайлов³

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

³Группа компаний «СКАНЭКС», г. Москва

karpinskaja@ssc-ras.ru, mikhaylov@scanex.ru

Государственный природный заповедник «Ростовский» – первый степной заповедник России. Остров Водный входит в состав заповедного участка «Островной» и расположен в северо-западной части озера Маныч-Гудило. Состояние ландшафтов острова Водный зависит от природно-климатических факторов, а также от численности популяции диких лошадей, на нем обитающих. Особенно сильное воздействие на растительный и почвенный покров охраняемых степей копытные оказывают в засушливые годы.

Остров Водный характеризуется равнинным рельефом, засушливым умеренно континентальным климатом. Почвенный покров представлен каштановыми почвами, типичными для сухих степей. Растительность острова – злаковые, разнотравные ассоциации и солеросы [Ильина, Невидомская, 2007].

Цель исследования – дистанционная оценка зеленой фитомассы сухостепных ландшафтов с помощью разностного вегетационного индекса (NDVI) и сравнение полученных результатов с метеорологическими данными.

В течение вегетационного сезона 2009 года (16–22 апреля, 13–20 мая, 15–18 июня) на базе научно-экспедиционного стационара Южного научного центра Российской академии наук (НЭС ЮНЦ РАН) «Маньч» проведены полевые исследования. НЭС «Маньч» расположен в поселке Маньч Орловского района Ростовской области. В ходе полевых работ было заложено 40 опытных участков площадью по 100 м². На каждом участке были проведены геоботанические исследования, включая укосы на площадках 0,25 м². Скошенные растения взвешивались в сыром весе в лаборатории стационара. Работы были проведены с использованием стандартных руководств по полевой геоботанике. Координаты участков фиксировались с помощью GPS-навигатора.

В работе использовались многозональные космические снимки со спутников Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI и P6 AWiFS. Космоснимки P6 AWiFS предоставлены ИТЦ «СКАНЭКС». Источником космических снимков Landsat послужил сайт Геологической службы США (USGS) [https://www.usgs.gov]. Космические снимки были отобраны за весенние месяцы 2009–2011 гг. (Landsat 5 TM, P6 AWiFS) и 2013–2017 гг. (Landsat 8 OLI). За 2012 г. подходящие материалы космической съемки получить не удалось. Всего было отобрано 20 сцен многозональных снимков за периоды проведения экспедиций или близких к ним дат.

Данные ближайшей к району исследования метеостанции (п. Ремонтное, Ремонтненского района) были получены из архива сайта «Расписание погоды» [https://rp5.ru].

По снимкам на исследуемую территорию сделан расчет разностного вегетационного индекса (NDVI). Данный индекс впервые описал Rouse J.W. в 1973 г. Принцип работы NDVI основан на том, что хлорофилл в листьях растений сильно поглощает излучение в красном спектре (от 400 до 700 нм) для использования в процессе фотосинтеза, с другой стороны, сильно отражает излучение в ближнем инфракрасном диапазоне спектра (от 700 до 1100 нм). Нормализованный вегетационный разностный индекс (NDVI) вычисляется по следующей формуле:

$$NDVI = (\rho_{nir} + \rho_{red}) / (\rho_{nir} - \rho_{red}), \quad (1)$$

где ρ_{nir} – коэффициент отражения в ближнем инфракрасном диапазоне, ρ_{red} – в красном. Расчеты NDVI для каждого космического снимка всегда приводят к результату в диапазоне значений от –1 до 1.

Датчики Thematic Mapper (TM) и Optical Land Imager (OLI), установленные на спутниках Landsat 5 и Landsat 8, конвертируют получаемую ими солнечную энергию в данные «radiance», а затем масштабируют эти данные в целочисленные значения (DN). Поэтому перед вычислением NDVI значения DN были преобразованы в «reflectance» в программе ArcGIS. Для расчета использовались формулы, приведенные на сайте USGS, для спектральных каналов RED и NIR. В результате по преобразованным снимкам были получены индексные изображения NDVI за весенние периоды 2009–2011 и 2013–2017 гг.

На следующем этапе работы были получены значения NDVI, соответствующие координатам опытных участков на местности, с помощью программы ArcGIS. В итоге были построены точечные графики взаимосвязи вегетационного индекса NDVI и фитомассы в сыром весе, измеренной в ходе полевых исследований 2009 г. (рис. 1).

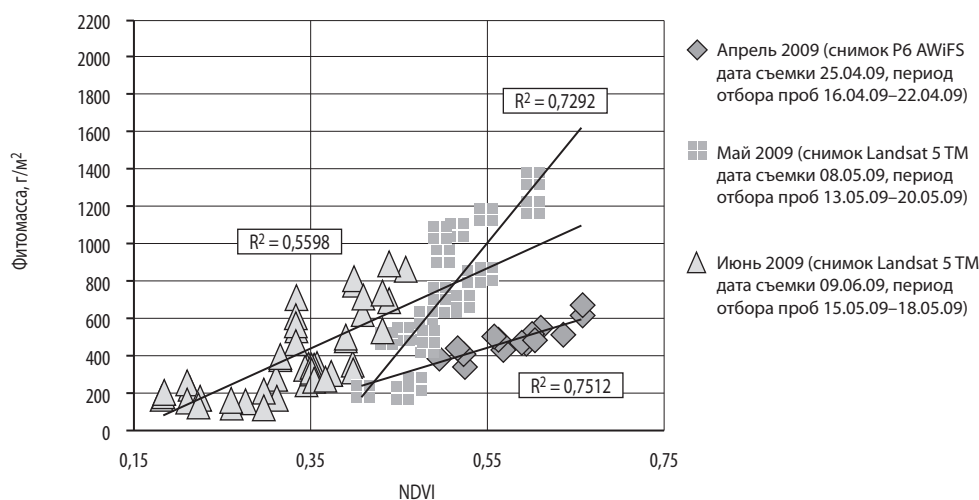


Рис. 1

Эмпирическая зависимость укосов фитомассы со значениями NDVI

Значения NDVI, рассчитанные по космическим снимкам, были преобразованы в абсолютные значения фитомассы (ц/га) с помощью полученных эмпирических зависимостей. Рассчитаны запасы зеленой фитомассы на территории острова Водный за даты проведения космических съемок соответствующих весенним периодам 2009–2011 и 2013–2017 гг.

Построены графики среднесуточных температур (°C) и суммарных осадков (мм/сутки) по данным сайта «Расписание погоды» за весенние месяцы (март, апрель, май) за 2009–2011 и 2013–2017 гг.

Как видно из диаграммы (рис. 1), данные за разные месяцы (апрель, май, июнь 2009 г.) объединяются в отдельные облака точек. Это связано со сменой фенологических фаз (аспектов степи) [Алехин, 1951]: апрель – средневесенняя фаза, май – поздневесенняя фаза, июнь – среднелетняя фаза; состоянием растительности и содержанием в ней хлорофилла. В отличие от весенней фазы развития (апрель – май), когда ярко-зеленая растительность имеет высокое содержание хлорофилла, во время летней фенофазы (июнь) коэффициент корреляции был существенно ниже.

Для весенних месяцев построены линейные эмпирические зависимости между фитомассой и значением индекса NDVI. Зеленая фитомасса для средневесеннего периода рассчитывалась по формуле (2), фитомасса для поздневесеннего периода – по формуле (3):

$$Biomass_1 = \frac{(NDVI - 0,3267)}{5 \cdot 10^{-4}}, \quad (2)$$

$$Biomass_2 = \frac{(NDVI - 0,4111)}{10^{-4}}. \quad (3)$$

В результате была получена расчетная таблица значений фитомассы, в сыром весе соответствующих значениям NDVI [Nemtseva, 2015]. В программе Excel на основе полученных формул эмпирических зависимостей рассчитаны запасы зеленой фитомассы в сыром весе для острова Водный в периоды средневесенней и поздневесенней фазы по 20 снимкам за 2009–2011 и 2013–2017 гг. (рис. 2). Как видно из столбчатой диаграммы, построенной по данным космических снимков, в большинстве случаев с марта по май происходит увеличение прироста запасов зеленой фитомассы. В отдельные годы (2009 г., 2016 г.) отсутствует прирост зеленой фитомассы в мае, а также наблюдается ее небольшое уменьшение. В весенние месяцы разных лет, в одни и те же или близкие даты, нередко значительные изменения в запасах зеленой фитомассы, что непосредственно связано с температурными условиями и количеством выпавших осадков. В качестве примера можно привести различия запасов фитомассы в один и тот же день и месяц, 18 мая, но в разные годы: 2010 и 2016 г. (рис. 3). В мае 2010 г. количество выпавших осадков значительно выше, чем в мае 2016 г., что явно отразилось на приросте фитомассы, 190 ц/га и 70 ц/га соответственно. В течение мая 2010 г. выпало 196 мм осадков, что почти в 2,5 раза превышает количество осадков, выпавших в мае 2016 г. Следует отметить, что количество фитомассы и сумма осадков в мае 2010 г. значительно выше, чем в остальные майские месяцы всего ряда лет рассмотренного периода.

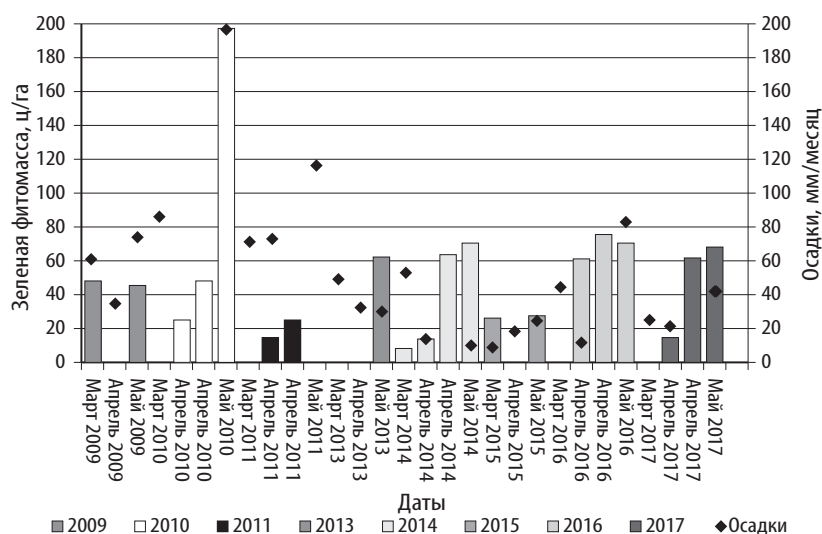


Рис. 2

Динамика фитомассы по данным космической съемки и суммарное количество выпавших осадков (мм/месяц)

В данной работе метод космической съемки использован для оценки запасов зеленой фитомассы на территории острова Водный. Полученные результаты показали зависимость между количеством выпавших осадков и фитомассой. Выполнен пересчет относительных значений NDVI в абсолютные значения фитомассы (ц/га). Полученные по материалам космической съемки значения фитомассы за весенние месяцы разных лет были сопоставлены с осадками (мм/месяц). В связи с тем, что зависимость продуктивности растительного покрова от природно-климатических условий является известным фактом, можно сделать вывод, что разработанный подход дистанционной оценки фитомассы дает правильные результаты. Отличительной чертой данного подхода является то, что его применение не только облегчает исследование состояния естественных ландшафтов, но также может быть полезным для сельского хозяйства. Полученные значения фитомассы в дальнейшем будут уточнены по мере обработки новых данных полевых исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Geological Survey (USGS), каталог EarthExplorer [Электронный ресурс]. URL: <http://earthexplorer.usgs.gov>.
- Nemtseva L.D., Mikhailov S.I. Determination of arid steppe landscape phytomass on the basis of vegetation index and field observation data // Indicators of climatic changes in marine ecosystems. Collection of articles of the IV International Conference GeoiD'2016 (October 3–7, 2016, Sukhum, Abkhazia). Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers, 2016. P. 60–66.
- Алехин В.В. Растительность СССР. М.: Государственное издательство «Советская наука», 1951. 512 с.
- Ильина, Л.П., Невидомская, Д.Г. Солевой режим каштаново-солонцовых комплексов долины Маныча // Вестник ЮНЦ РАН. 2007. Т. 3. № 4. С. 47–52.
- Расписание погоды [Электронный ресурс]. URL: <http://rp5.ru>.
- Rouse, J.W., Jr., R.H. Haas, J.A. Schell, and D.W. Deering. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Prog. Rep. RSC 1978-1. Remote Sensing Cent., Texas A&M Univ., College Station. 1973.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ИЗУЧЕНИЯ ЛЁССОВО-ПОЧВЕННОЙ ФОРМАЦИИ ЮГА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗРЕЗА БЕГЛИЦА-2017

П.Г. Панин¹, С.Н. Тимирева¹, Ю.М. Кононов¹, Ш. Янг², В. Жианг², Л. Гуо², П.Р. Назаров²

¹Институт географии РАН, Москва

²Институт геологии и геофизики КАН, Пекин
pgpanin@igras.ru

Лёссово-почвенные формации Беглицкой террасы начали изучать с 1970-х гг. Основоположниками этих исследований являются Н.А. Лебедева, И.И. Иванова, Н.Д. Праслов, А.Е. Додонов и др. Начиная с 2009 г. коллектив Лаборатории эволюционной географии ИГ РАН под руководством проф. А.А. Величко совместно с сотрудниками ЮНЦ РАН и ГИН РАН проводили работы в этом районе, вблизи с. Беглица. Полученные результаты были опубликованы в статьях [Величко и др., 2012; 2017а; 2017б; 2017в; Константинов и др., 2015], в диссертации Константинова Е.А. [2013], а также разрез Беглица был включен в экскурсионные программы конференций [VIII Всероссийское совещание ... 2013; Where East meets ... 2017]. В разрезе Беглица хорошо прослеживается позднплейстоценовая толща, представленная трубчевской и брянской палеопочвами, мезинским почвенным комплексом (ПК), состоящим из двух палеопочв: крутицкой интерстадиальной и салынской межледниковой, разделенных севским лёссом. В других разрезах Приазовья отложения, относящиеся к позднему плейстоцену,

состоят только из мезинского ПК [Величко и др., 2006; 2009; 2010; Величко, Морозова, 2015; Velichko et al., 2009].

В 2017 г. сотрудники Лаборатории эволюционной географии ИГ РАН совместно с китайскими коллегами из Китайской академии наук в рамках проекта РФФИ №17-55-53035 провели детальное исследование лёссово-почвенного разреза Беглица-2017, который расположен в 150 м юго-восточнее от основной расчистки Беглица. Во время работ на разрезе были сделаны детальные измерения магнитной восприимчивости прибором SM30. Магнитную восприимчивость измеряли вдоль разреза каждые 6 см, измерения проводились трижды для каждого уровня и затем рассчитывалось среднее значение. Помимо магнитной восприимчивости были отобраны образцы на физико-химические анализы, шtuфы для микроморфологического исследования, отмыты песчаные зерна для морфоскопического анализа, а также взяты пробы для определения возраста методом OSL. В данной статье рассматриваются результаты только морфологического описания и данные магнитной восприимчивости.

Во время полевого исследования разреза Беглица-2017 выяснилось, что он состоит не только из позднплейстоценовой толщи (трубчевской, брянской палеопочв и мезинского ПК), но здесь вскрываются также средне- и раннеплейстоценовые отложения, а именно педоседимент каменской палеопочвы, инжавинский и воронский ПК. Значения магнитной восприимчивости дали высокие значения на уровнях палеопочв (рис. 1).

Морфологическое строение разреза Беглица-2017 представлено на рисунке 1:

Слои 1–4 относятся к современной почве (чернозему обыкновенному) (Hol).

Слой 5 – трубчевская палеопочва (Tr). Светло-бурый (здесь и далее 2,5Y 6/4 – цвет по шкале Манселла) средний суглинок, плотный, сцементирован гипсовыми новообразованиями.

Слой 6 – лёсс (2,5Y 7/4).

Слои 7–9 – брянская интерстадиальная палеопочва (Br). Слой 7 – гор. А, бурый с сероватым оттенком (2,5YR 5/3) суглинок пористый, белесая карбонатная присыпка, включения гипса; слой 8 – гор. В, супесь палевая с буроватым оттенком (2,5Y 6/4), комковатая, белесая присыпка, слабо опесчаненная; слой 9 – гор. ВС, суглинок палевый (2,5Y 7/4) опесчаненный, белесая присыпка.

Слой 10 – начало крутицкой палеопочвы (2,5Y 6/4), переходный горизонт.

Слой 11 – крутицкая интерстадиальная палеопочва (Mz kr). Гор. А, бурый (10YR 4/3) средний суглинок, плотный, карбонаты, пористый, включения углей и органики.

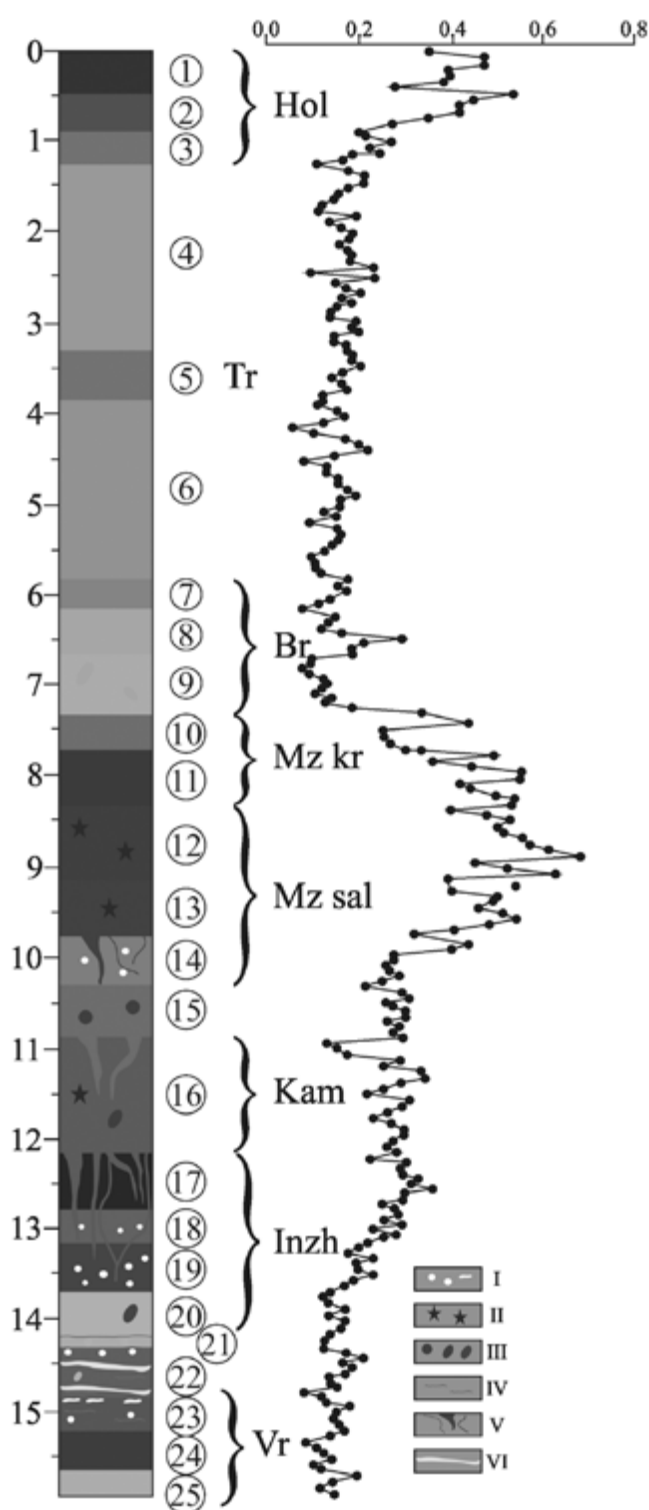


Рис. 1

Морфологическое строение разреза Беглица-2017 со значениями магнитной восприимчивости:

I – карбонатные новообразования; II – гипс;

III – трещины разных размеров и форм;

IV – железистые прослои; V – трещины, клинья;

VI – слоистость в лиманных отложениях.

Переходы между слоями на рисунке представлены схематично. Единица измерения

магнитной восприимчивости – $\cdot 10^{-3}$

По горизонтали глубина в метрах

Слои 12–15 – салынская межледниковая палеопочва (Mz sal). Слой 12 – гор. А, средний суглинок, темно-бурый (10YR 4/3), включения углей, гипсовых друз, редкие кротовины и карбонатные конкреции; слой 13 – гор. АВ, серый с буроватым оттенком (10YR 4/4) средний суглинок, кротовины, включения редких гипсовых друз, примазки угля и Fe-Mn; слой 14 – гор. В, средний суглинок, палевый с буроватым оттенком (10YR 5/4), пористый, карбонатные конкреции до 1 см в диаметре; слой 15 – гор. ВС, средний суглинок, бурый с сероватым оттенком, кротовины, примазки Fe-Mn.

Слой 16 – педоседимент каменской палеопочвы (Kam). Средний суглинок, неоднородный, видны подтеки гумуса, включения гипсовых конкреций, кротовины, прослеживаются клинья, заполненные лёссовым материалом из слоя 15.

Слой 17–20 – инжавинский ПК (Inzh). Слой 17 – гор. А (интерстадиальная палеопочва), легкий суглинок, темно-бурый (10YR 3/2), растрескан, трещины заполнены материалом из слоя 16, редкие карбонатные конкреции, белесая присыпка, примазки Fe-Mn; слой 18 – гор. А (межледниковая палеопочва), легкий суглинок, бурый с сизоватым оттенком (10YR 4/3), обильная белесая присыпка, карбонатные конкреции, примазки Fe-Mn; слой 19 – гор. Вg, легкий до среднего суглинок, бурый с сизовато-зеленоватым оттенком (2,5Y 4/4), пропитан органикой, карбонатные конкреции, обильные примазки Fe-Mn; слой 20 – гор. С, песок, светло-бурый (2,5Y 5/6), пропитан органикой, обильные примазки Fe-Mn, кротовины.

Слой 21 – оглеенный горизонт, сизый (10YR 5/2), супесь, пропитан органикой в виде прослоев и пятен, кротовины, примазки Fe-Mn, горизонтальные железистые прослои толщиной 1 см сконцентрированы в верхней и нижней частях слоя. Сам слой слоистый – чередование светлых и сизых прослоев.

Слой 22 – лиманно-морские отложения (10YR 4/3 и 5/3).

Слои 23–25 – воронский ПК (Vr). Слой 23 – гор. АG, средний суглинок, сизый (10YR 5/2), прослои, подтеки Fe ярко-бурого цвета. В верхней части слоя концентрируются карбонатные конкреции в виде прослоев, дудок, в теле слоя карбонатные конкреции разрушены; слой 24 – гор. ВСg, суглинок средний до тяжелого, бурый (10YR 4/4), обильные примазки Fe-Mn; слой 25 – гор. С, опесчаненный суглинок, светло-бурого цвета (10YR 5/4 и 5/3), слоистый, обильные примазки Fe-Mn.

Таким образом, полученные полевые материалы 2017 года свидетельствуют о том, что в строении т.н. Беглицкой террасы, кроме отложений позднего плейстоцена, участвуют лёссово-почвенные формации среднего и раннего плейстоцена. Группа исследователей под руководством проф. А.А. Величко предполагали наличие каменской палеопочвы под мезинским ПК [Величко и др., 2017в]. Учитывая новые данные, достаточно уверенно можно утверждать, что вскрытая палеопочва в разрезе Беглица-2010 под мезинским ПК соответствует каменской, а инжавинская палеопочва в разрезе Беглица-2010 деградирована и представлена в виде сизого карбонатного прослоя (в разрезе Беглица-2017 этот слой № 19), воронский ПК в разрезе, изучавшемся в 2010 г., отсутствует.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №17-55-53035.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Величко А.А., Борисова О.К., Захаров А.Л., Кононов Ю.М., Константинов Е.А., Курбанов Р.Н., Морозова Т.Д., Панин П.Г., Тимирева С.Н. Смена ландшафтных обстановок на юге Русской равнины в позднем плейстоцене по результатам исследования лёссово-почвенной серии Приазовья // Известия РАН. Сер. геогр. № 1. 2017б. С. 74–83.

Величко А.А., Борисова О.К., Кононов Ю.М., Константинов Е.А., Курбанов Р.Н., Морозова Т.Д., Панин П.Г., Семенов В.В., Тесаков А.С., Тимирева С.Н., Титов В.В., Фролов П.Д. Реконструкция событий позднего плейстоцена в перигляциальной зоне юга Восточно-Европейской равнины // ДАН. 2017в, т. 475, № 4, с. 448–452.

Величко А.А., Катто Н.Р., Кононов Ю.М., Морозова Т.Д., Нечаев В.П., Новенко Е.Ю., Панин П.Г., Рысаков Я.Г., Семенов В.В., Тимирева С.Н., Титов В.В. К оценке тренда аридизации юга России по результатам исследований разреза Семибалки-1, Приазовье // Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 108–133.

Величко А.А., Катто Н.Р., Тесаков А.С., Титов В.В., Морозова Т.Д., Семенов В.В., Тимирева С.Н. Особенности строения плейстоценовой лёссово-почвенной формации юга Русской равнины по материалам Восточного Приазовья // ДАН, 2009. Т. 428. № 6. С. 815–819.

Величко А.А., Катто Н.Р., Тесаков А.С., Титов В.В., Морозова Т.Д., Семенов В.В., Тимирева С.Н., Кононов Ю.М. Основные подходы к хроностратиграфическому расчленению лёссово-почвенной формации Восточного Приазовья // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 52–64.

Величко А.А., Морозова Т.Д. Основные черты почвообразования в плейстоцене на Восточно-Европейской равнине и их палеогеографическая интерпретация // Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв / отв. ред. В.Н. Кудяров, И.В. Иванов, М.: ГЕОС, 2015. 925 с.

Величко А.А., Морозова Т.Д., Борисова О.К., Тимирева С.Н., Семенов В.В., Кононов Ю.М., Титов В.В., Тесаков А.С., Константинов Е.А., Курбанов Р.Н. Становление зоны степей юга России (по материалам строения лёссово-почвенной формации Доно-Азовского региона) // ДАН, 2012. Т. 445. № 4. С. 464–467.

Величко А.А., Янг Т., Алексеев А.О., Борисова О.К., Калинин П.И., Конищев В.Н., Кононов Ю.М., Константинов Е.А., Курбанов Р.Н., Панин П.Г., Рогов В.В., Сарана В.А., Тимирева С.Н., Чубаров И.Г. Сравнительный анализ изменений условий осадконакопления за последний межледниково-ледниковый макроцикл в лёссовых областях юга Восточно-Европейской равнины (Приазовье) и центрального Китая (Лёссовое плато) // Геоморфология. № 1. 2017а. С. 3–18.

Восьмое Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода: «Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований». Путеводитель полевых экскурсий (г. Ростов-на-Дону, Россия, 10–15 июня 2013 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 48 с.

Константинов Е.А. Эволюция рельефа Северо-Восточного Приазовья в плейстоцене (по материалам изучения лёссово-почвенной формации): дис. ... канд. геогр. наук. М.: 2013, 154 с.

Константинов Е.А., Курбанов Р.Н., Захаров А.Л. Развитие рельефа плакоров Северо-Восточного Приазовья в неоплейстоцене // Известия РАН. Сер.: Геогр. 2015. № 4. С. 80–94.

Velichko A.A., Catto N.R., Kononov Yu.M., Morozova T.D., Novenko E.Yu., Panin P.G., Ryskov G.Ya., Semenov V.V., Timireva S.N., Titov V.V., Tesakov A.S. Progressively cooler, drier interglacials in southern Russia through the Quaternary: Evidence from the Sea of Azov region // Quaternary International 198 (2009). 204–219.

Where East meets West: Pontocaspia, the historical dimension of the evolution of a unique biodiversity. Guidebook of excursions of the International Youth School-Conference (Russia, Rostov-on-Don, Kagal'nik, Astrakhan', August 21 – September 02, 2017). Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers. 78 p.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ДОЛИНЫ МАНЫЧА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

К.С. Сушко, Л.П. Ильина

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
kirkka@yandex.ru

Аридные и субаридные территории юга России характеризуются длительной историей хозяйственного использования и их высокой экологической уязвимостью, что в совокупности с климатическими особенностями обусловило снижение продуктивности биогеоценозов, деградацию почв и высокий уровень их эрозии, а также ряд других экологических проблем. Колебания климата и гидрологического режима, нерациональное природопользование приводят к нарушению устойчивости экосистем и, как следствие, к снижению продуктивности почв и водных бассейнов, видового разнообразия, потере местных ресурсов [Матишов, Голубева, 2010]. В настоящее время при возрастающей аридизации климата последних лет зональные почвы сухостепной зоны приобретают значительную солонцеватость и солончаковость. В условиях сухой степи скудное увлажнение положительных элементов поверхности в сочетании со значительным промачиванием отрицательных форм за счет стока с прилегающей поверхности является основной причиной высококонтрастной структуры почвенного покрова и интенсивной дифференциации сопряженной с ней растительности [Минкин и др. 1986; Ильина и др., 2014]. На юге России естественные ландшафты сухостепной зоны оказались практически полностью унич-

тожены вследствие распашки земель для сельскохозяйственного использования. Сохранившиеся ландшафты с растительным покровом, который характеризуется видовым разнообразием, высокой продуктивностью и богатым травостоем, интенсивно эксплуатируются человеком как пастбища, реже как сенокосные угодья.

Высокая антропогенная нагрузка на почвенный покров долины Маныча приводит к развитию различных деградационных процессов – дегумификации (потеря гумуса и уменьшение мощности гумусового горизонта), эрозии, дефляции, слитизации, вторичного засоления и осолонцевания (при орошении водами повышенной минерализации) и др. [Ильина, Калининченко 2014; Сушко и др., 2015]. В связи с этим актуальной является оценка степени деградации каштановых почв исследуемой территории в современных условиях землепользования.

Исследования проводили в 2009–2016 гг. в долине Маныча (Кумо-Манычская депрессия, 46° 28' с.ш. и 42° 40' в.д.) на территории Орловского района Ростовской области (охранная и заповедная зоны Государственного природного заповедника «Ростовский»), на базе Научно-экспедиционного стационара «Маныч» Южного научного центра РАН. Для определения степени деградации почв были заложены ключевые участки, охватывающие всю территорию исследования, на них выполнены анализы интегральных почвенных показателей, отражающих плодородие почв (содержание гумуса, мощность гумусовых горизонтов, плотность, количество агрономически ценных агрегатов и др.). Для ранжирования территории по степени деградации почв использовалась шкала Харрингтона [Закруткин, Шишкина, 1993], на основе которой было выделено пять зон деградации почв под влиянием хозяйственной деятельности с различным весом показателя: очень высокий, высокий, средний, ниже среднего, низкий. Ранжирование показателей выполнялось методом линейной интерполяции по формуле (1).

$$P = (A_{\max} - A_{\min}) / n, \quad (1)$$

где P – ранг, A_{\max} – максимальное значение показателя, A_{\min} – минимальное значение показателя, n – количество рангов.

Интегральная оценка района исследования относительно антропогенного воздействия включала оценку шести групп факторов (28 составляющих) с различными показателями: сельскохозяйственную, промышленную, транспортную, демографическую и рекреационную нагрузки на исследуемые земли, а также экологические факторы состояния природной среды [Закруткин, Шишкина, 1993]. В результате выполненной интегральной оценки было выделено пять почвенных зон с разной степенью деградации: не деградированные, слабодеградированные, среднедеградированные, сильнодеградированные и очень сильнодеградированные (табл. 1).

Пространственный анализ распределения почв по степени деградации показал, что недеградированные почвы распространены на заповедных участках «Стариковский» и «Краснопартизанский», именно там еще сохранились целинные каштановые почвы и сухостепные почвенные комплексы с ними. Выявлено, что недеградированные почвы встречаются на островах Водный и Горелый, где полностью отсутствует антропогенная нагрузка. Остров «Водный» входит в состав заповедного участка «Островной» и расположен в северо-западной части озера Маныч-Гудило. Уникальность этой территории состоит в том, что здесь сохранились природные ландшафты, которые представляют собой эталоны сухих степей, на острове более полувека обитает табун диких лошадей. На основании проведенных работ можно сделать вывод, что на острове в местах водопопа и интенсивного выпаса свободноживущего табуна диких лошадей почвы сильно сбиты и подвержены дефляции. В целом на удаленных от выпаса участках сохранились недеградированные сухостепные почвы.

Таблица 1

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХ ЗОН ОХРАННОЙ И ЗАПОВЕДНОЙ ТЕРРИТОРИИ
ГПЗ «РОСТОВСКИЙ» С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ДЕГРАДАЦИИ**

Почвенные зоны с разной степенью деградации	Площадь зоны, га	Состояние растительного покрова	Современное хозяйственное использование
1	2	3	4
Недеградированные	9560,0	Типичные разнотравно-злаковые сухие степи с высоким видовым разнообразием, проективным покрытием до 80 %	Земли, выведенные из с/х оборота, которым присвоен статус особо охраняемых природных территорий; развитие туризма
Слабо-деградированные	14660,0	Естественная растительность представлена слабо нарушенной умеренно сухой дерновинно-злаковой степью. Распространены луга остепненные житняково-типчаковые с примесью разнотравья	Склоновые ландшафты заповедных участков, земли, выведенные из с/х оборота; Выпас табуна диких лошадей на о. Водном, залежные земли охранной зоны заповедника

1	2	3	4
Средне-деградированные	19121,7	Естественная степная растительность представлена сухой дерновинно-злаковой степью. Преобладают растительные сообщества: житняково-типчаковые с примесью разнотравья в комплексе полынно солончаковой и ромашником на солонцах	Склоновые ландшафты с с/х угодьями, земли с/х использования; выпас КРС и овец; развитие орошаемого земледелия
Сильно-деградированные	11473,0	Естественная растительность представлена небольшими ареалами сухой полынно-дерновинно-злаковой степи. Отмечается преобладание растительных сообществ с рудеральными видами, малопоедаемыми животными, при этом участки сбитые, с изреженным травостоем (проективное покрытие 40 %)	Используются для выпаса овец, КРС (пастбищная нагрузка превышает допустимые нормы выпаса); возделывание яровых и озимых зерновых культур на склоновых агроландшафтах (3,2–6,3), сильнозасоленные и заболоченные участки
Очень сильно-деградированные	8923,46	Естественная растительность отсутствует. В растительных сообществах преобладают рудеральные и инвазионные виды, видовое разнообразие низкое, встречаются сильно сбитые участки без растительности или с изреженным растительным покровом, проективное покрытие менее 30 %.	Используются для выпаса овец, КРС (пастбищная нагрузка значительно превышает допустимые нормы выпаса); участки вблизи кошар, сильноосмытые склоновые почвы, сильнозасоленные участки с преобладанием солончаков

Слабодegradированные почвы характеризуются незначительным проявлением процессов дегумификации, дефляции и водной эрозии. На участках с такими почвами введено ограничение сельскохозяйственной деятельности вплоть до временного изъятия этих земель из землепользования. Массивы среднедеградированных почв сосредоточены в охранный зоне заповедника и характеризуются различными типами ведения сельскохозяйственной деятельности; в почвах проявляются процессы дефляции, осолонцевания, а также дегумификации. Несмотря на то, что степень их проявления не является интенсивной, развитие этих процессов способно существенно снизить их плодородие. Сильнодеградированные почвы приурочены к местам интенсивной антропогенной нагрузки, склоновым агроландшафтам, подверженным процессам ветровой и водной эрозии, а также к почвам, потерявшим значительную часть гумусового горизонта вследствие сильной пастбищной нагрузки. Очень сильнодеградированные почвы занимают значительные площади на юго-востоке исследуемой территории, где они интенсивно используются для выпаса овец и КРС (пастбищная нагрузка значительно превышает допустимые нормы выпаса), к ним относятся участки вблизи кошар, сильноосмытые склоновые почвы, засоленные участки с преобладанием солонцов и солончаков. При данной степени деградации интегральные показатели плодородия почв (содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, запасы гумуса) по сравнению с эталонными (целинными) почвами снижены в 2,4 раза [Сушко и др., 2015].

Проведенными исследованиями установлено, что влияние выпаса на почвы в первую очередь отражается на показателях, характеризующих плодородие. В градиенте возрастания пастбищной нагрузки почвы подвергаются интенсивному иссушению в связи с изреженностью растительного покрова, а также деградационным изменениям: уплотняются верхние горизонты, при этом значение плотности практически может соответствовать этому показателю в солонцеватом горизонте (1,37 г/см³), существенные изменения в структуре происходят на агрегатном уровне – содержание агрономически ценных агрегатов уменьшается и происходит формирование столбовидных, призматических и плитчатых образований. Полученные данные свидетельствуют о физической деградации почвенной структуры при интенсивном выпасе, что подтверждается динамикой коэффициента структурности, который снижается в пастбищных почвах до 0,6–0,8. Почвы пастбищ с сильной степенью нагрузки характеризуются низким содержанием гумуса (не более 1,5 %) и его запасами (53–68 т/га). Анализ полученных результатов выявил, что сухостепные почвы пастбищ имеют низкий уровень плодородия и необходимы меры по восстановлению деградированных почв [Лебедева, Ильина и др., 2011; Ильина и др. 2012, Сушко и др. 2015].

Таким образом, в результате исследований выявлено, что на долю среднедеградированных почв приходится 40 % исследуемой территории, что составляет 25495,6 га. Сильнодеградированные и очень сильнодеградированные почвы занимают 32 %, что в сумме составляет 20393,0 га. Слабодegradированные почвы занимают площадь, равную 18 % территории, что составляет 11471,4 га. Участки с целинными (ненарушенными) почвами составляют 10 %, всего лишь 6373 га. В сложившейся ситуации необходимо принятие срочных мер по рацио-

нальному использованию почв и повышению их плодородия, предотвращению развития деградационных процессов в них, а также по строгому контролю соблюдения условий оптимальной пастбищной нагрузки при выпасе сельскохозяйственных животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Закруткин В.Е., Шишкина Д.Ю. Принципы и критерии комплексного экологического районирования сельскохозяйственных территорий // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 1993. № 3 С. 18–34.
- Ильина Л.П., Калиниченко В.П. Проблема сохранения плодородия аридных земель Долины Маныча // Современные достижения науки в рациональном природопользовании. Изд-во: Вестник РАСХН, 2014. С. 116–120.
- Ильина Л.П., Калиниченко В.П., Сушко К.С. Пастбищная деградация сухостепных почв долины Маныча // Матлы докл. VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2012. С. 412–413.
- Ильина Л.П., Ковда И.В., Невидомская Д.Г., Сушко К.С., Моргун Е.Г. Особенности формирования, состав и свойства сухостепных солонцевато-слитых почвенных комплексов Долины Маныча // Вестник Южного научного центра. 2014. Т. 10. №4. С. 61–72.
- Лебедева Н.В., Ильина Л.П., Пономарёв А.В., Савицкий Р.М. Влияние пастбищной нагрузки на трансформацию сухостепных экосистем в долине Маныча // Аридные экосистемы. 2011. Т. 17. № 4 (49). С. 251–259.
- Матишов Г.Г., Голубева Н.И. Значение аридных и семиаридных зон в системе современного природопользования России // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 11–18.
- Минкин М. Б., Калиниченко В.П., Садименко П.А. Регулирование гидрологического режима комплексных солонцовых почв. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1986. 232 с.
- Сушко К.С., Беспалова Л.А., Беспалова Е.В. Исследование трансформаций природно-антропогенных ландшафтов сухих степей долины Маныча // Естественные и технические науки. 2015. № 6. С. 66–69.

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОД ОЗЕРА МАНЫЧ-ГУДИЛО

Т.Б. Филатова, Е.Г. Алёшина, А.В. Клещенков

Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов-на-Дону
fila5784@mail.ru

Изучение процессов, происходящих в водоемах системы Маныча, важно не только для получения новых научных знаний, но и для оценки влияния данных изменений на динамику видового разнообразия и структурно-функциональную организацию сообществ гидробионтов и околотовной фауны, для выработки мер по оптимизации водно-солевого баланса, а также экологических условий сохранения и воспроизводства биоресурсов водохранилищ Манычского каскада. В октябре 2013 года Институтом аридных зон ЮНЦ РАН была проведена гидролого-гидрохимическая съемка на участке акватории между Баранниковской плотиной и собственно озером Маныч-Гудило, одной из основных задач которой было изучение особенностей гидрологических и гидрохимических характеристик вод в осенний период.

В результате проведенных полевых работ и обработки данных были получены следующие результаты. В период проведения съемки в водах обследованной акватории величина рН изменялась в узком диапазоне (8,3–8,5). По величине активной реакции среды воды являлись слабощелочными и характеризовались наличием гидрокарбоната кальция и гидрокарбоната магния. Вода реки Егорлык имела значение рН, равное 8,8, что указывало на присутствие карбоната натрия и гидрокарбоната натрия и позволяло отнести ее к щелоч-

ным водам [Никаноров, 1989]. Известно, что pH природных вод определяется в некоторой степени геологией водосборного бассейна [Руководство ... 1977], а максимальная продуктивность вод приходится на pH между 6,5 и 8,5.

Воды обследованной акватории имели высокое содержание кислорода, значительно приближающееся к 100 % (94 и 98 % насыщения) или превышающее 100 %, то есть кислородный режим был благоприятен для развития гидробионтов. Содержание растворенного в воде кислорода наблюдалось в диапазоне от 94 % насыщения до 156 % насыщения. Богаты кислородом были и воды реки Егорлык (197 %). Высокие концентрации растворенного кислорода можно объяснить пониженной в это время года температурой воды на станциях, а также ветровым перемешиванием. С уменьшением солености воды концентрация в ней кислорода возрастает, что и показали результаты наших наблюдений (КРК возрастала с уменьшением общей минерализации). Кроме этого значительное содержание кислорода может указывать на активный фотосинтез даже в условиях высокоминерализованных вод.

Во время наших наблюдений минеральные формы азота, фосфора и кремния были отмечены на уровне ниже предела обнаружения (как и в 2008 г.), что можно объяснить более высокой скоростью потребления этих элементов фитопланктоном и низкой скоростью их регенерации. Содержание биогенных элементов было значительно в реке Егорлык: аммонийный азот – 0,38 мгN/л, азот нитритов – 0,43 мгN/л, азот нитратов – 3,1 мгN/л, фосфаты – 0,54 мгP/л, кремнекислота – 0,38 мгSi/л.

При движении с запада на восток общая минерализация вод обследованного участка постепенно возрастала от 34 г/л до 53 г/л, составив в среднем 45 г/л. В реке Егорлык общая минерализация имела значение 3,61 г/л, и воды характеризовались как соленые. Вода станции с общей минерализацией 34 г/л относится к водам повышенной солености, а величины общей минерализации 53, 52, 44, 41, 39 г/л на других станциях позволяют отнести их воды к рассолам [Справочник ... 1988]. Большую минерализацию воды в восточной части обследованного участка по сравнению с западной можно объяснить близостью к собственно озеру Маныч-Гудило с высокоминерализованными водами, литологическим составом пород, слагающих водосбор, берега и дно, минерализацией подземных вод, распространением солончаков и солончаковых почв [Матишов, Гаргопа, 2005, 2005; Матишов, 2006; Матишов, 2007]. Слабоминерализованные воды реки Егорлык оказывают распресняющий эффект. В работах [Уланова, 2011; Булышева, 2013] была подтверждена тенденция к повышению минерализации озера Маныч-Гудило и переходу его в класс соляных озер.

Наблюдался синхронный рост содержания ионов хлора, сульфат-ионов и ионов натрия-калия при движении с запада на восток от менее минерализованных вод к высокоминерализованным (эти ионы характерны для сильноминерализованных вод). В целом для большинства ионов был характерен некоторый рост концентраций, но несколько уменьшалась концентрация гидрокарбонатных ионов, что подтверждает вывод [Кривенцов, 1974] о том, что протекающие в озере Маныч-Гудило процессы метаморфизации ионного состава поступающей смеси речной воды и коллекторно-дренажных вод ведут к тому, что среднее содержание гидрокарбонатов снижается по мере роста общей минерализации вод. В исследованный нами период показатель соотношения концентраций Mg^{2+} и Ca^{2+} был равен 5, как и в 2010 году. В зависимости от концентрации катионы и анионы располагались в следующих последовательностях: ионы натрия-калия > ионы магния > ионы кальция; ионы хлора > сульфатные ионы > гидрокарбонатные ионы. Обследованные воды относились к хлоридному классу, группа натрия, тип II. В то же время оказывающие распресняющее действие воды реки Егорлык обладали повышенным содержанием сульфат-иона при общей невысокой минерализации и относились к водам сульфатно-натриевого типа, а по величине жесткости – к типу очень жестких (более 20 мг-экв/л) [Лурье, Панов, 2001], что согласуется с полученными нами данными (23,40 мг-экв/л). При сравнении концентраций главных ионов на крайних станциях, значительно отличающихся по общей минерализации (34 г/л и 53 г/л), наблюдалось следующее: концентрации ионов хлора, натрия-калия и кальция отличались почти в 2 раза; концентрации ионов магния и сульфат-иона отличались в 1,3–1,4 раза, содержание гидрокарбонатных ионов было одинаково. Эти различия можно объяснить влиянием гипергалинного озера Маныч-Гудило на востоке и распресняющим эффектом поверхностного стока на западе обследованной акватории. При отборе проб и накануне наблюдался восточный ветер, что могло обеспечить размывание границ вод с разной соленостью, большее поступление вод с восточной стороны. Возможно, в безветренную погоду градиент был бы больше. Как известно, солевой состав океанической воды представляет собой своего рода геохимическую константу, и полученные нами данные показали, что несмотря на увеличение запаса солей ионный состав воды, соотношение главных ионов практически не изменились, что подтверждает выводы других исследователей [Frolov, Sanin, 1995; Фролов, 2000], изучавших динамику водно-солевого режима озера Маныч-Гудило. Сопоставление ионного состава вод Мирового океана и вод обследованной нами акватории, генетически связанной с морскими водами, показало, что в ней снижено относительное содержание ионов хлора

и натрия и заметно увеличено содержание сульфат-иона, что объясняется трансформирующим влиянием поверхностного стока. Содержание ионов кальция заметно ниже содержания ионов магния, что связано с садкой солей кальция в высокоминерализованных водах и лучшей растворимостью сульфатов и карбонатов магния. Низкая концентрация гидрокарбонатного иона в водах обследованного участка Пролетарского водохранилища, как и в водах Мирового океана, объясняется садкой карбоната кальция.

Результаты, полученные в экспедиции ИАЗ ЮНЦ РАН в октябре 2013 года, в основном согласуются с данными, полученными ранее, и другими опубликованными сведениями. Было установлено, что общая минерализация на обследованной акватории в осенний период наблюдений сохраняется на высоком уровне (45 г/л), как и в 2010 и 2011 гг. (42,7 и 42,6 соответственно). Воды на большинстве станций были отнесены к рассолам, самая западная станция – к водам повышенной солёности. Класс вод хлоридный, группа натрия, тип II. В основе наблюдаемого латерального градиента солёности на обследованном участке Пролетарского водохранилища лежит процесс смешения вод с разной минерализацией. Сведения о современном состоянии минерализации и ионного состава вод Пролетарского водохранилища важны для понимания их происхождения, возможности их использования в хозяйственных целях, оценки их трансформации, а также их влияния на среду и биоту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Булышева Н.И. Донные сообщества озера Маныч-Гудило в условиях хронического осолонения // Труды Зоологического института Российской академии наук / гл. ред. О.Н. Пугачев. СПб.: Изд-во ЗИН РАН, 2013. Т. 317. Прил. № 3. С. 69–74.

Кривенцов М.И. Гидрохимия водохранилищ Западного Маныча. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 206 с.

Лурье П.М., Панов В.Д., Саломатин А.М. Река Маныч. Гидрография и сток. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 160 с.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М. Современный гидролого-гидрохимический режим водоемов бассейна р.Маныч // Доклады Академии наук, 2006. Т. 406. № 3. Геохимия, С. 361–363.

Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М. Формирование гидролого-гидрохимического режима вод Маныча // Маныч-Чограй: история и современность (предварительные исследования). Ростов-на-Дону: Изд-во Эверест, 2005. С. 20–36.

Матишов Д.Г., Орлова Т.А., Гаргопа Ю.М., Павельская Е.В. Многолетняя изменчивость гидрохимического режима водной системы Маныч-Чограй // Водные ресурсы / гл. ред. чл.-корр. В.И. Данилов-Данильян. М.: Наука, 2007. Т. 34. № 5. С. 560–564.

Никаноров А.М. Гидрохимия: учеб. пособие. Л.: Гидрометеиздат, 1989.

Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеиздат, 1977.

Справочник по гидрохимии / под ред. А.М. Никанорова. Л.: Гидрометеиздат, 1988.

Уланова С.С. Водоемы Кумо-Манычской впадины на территории Калмыкии: режим, экотонные системы побережий и использование // Аридные экосистемы / гл. ред. Залибеков З.Г. М.: Наука, 2011. Т. 17. № 2 (47). С. 33–46.

Фролов А.П. Особенности современного формирования гидрохимического режима оз. Маныч-Гудило // Вод. рес. 2000. Т. 27. № 3. С. 322–327.

Frolov A.P., Sanin V.M. // Proc. Second Int. Conf. Mediterranean Coastal Environ. Tarragona, 1995. V. 3. 1381 p.

REVEALING DIFFERENT TYPES OF WATER POLLUTION OF LAKE SEVAN BASIN RIVER MOUTHS AND LITTORAL ZONE BY GENOTOXIC AND HYDROBIOLOGICAL METHODS

**R.M. Aroutiounian^{1,2}, B.K. Gabrielyan³, G.G. Matishov⁴, N.I. Bulysheva^{4,5},
I.V. Shokhin^{4,5}, A.E. Simonyan¹, V.L. Asatryan³**

¹Yerevan State University, Faculty of Biology, RI "Biology",
Laboratory of General and Molecular Genetics, Erevan, roubenm@sci.am

²National Academy of Sciences of Armenia, Erevan

³Institute of Hydroecology and Ichthyology of SCZHE of NAS of Armenia, Erevan

⁴Southern Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don

⁵Institute of Arid Zones of Southern Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don,
bulysheva@ssc-ras.ru

Introduction. As it known, Lake Sevan is one the biggest high-altitude freshwater reservoirs in the world, and the biggest one in South Caucasus region. It has huge strategic and economic importance for Armenia due to its unique water and bioresources. On the other hand it experiences serious ecological problems as a result of mismanagement of its resources. Besides anthropogenic pressure, water quality of its tributaries and littoral zone is not the same due to geologic and geomorphic features of watershed. As a result of differences in factors influencing on water quality, different types of pollution are possible. Thus, there is a strong demand in implementation of complex studies of water quality.

Even though different scientists carried out separate genotoxic [Simonyan et al., 2016; Avalyan et al., 2017] and hydrobiological studies [Даллакян, Асатрян, 2012; Епремян, 2011; Экология, 2010; Asatryan, Dallakyan et al., 2017] of water quality of Lake Sevan tributaries, but it's a first attempt to combine genotoxic and bioindication methods to reveal the different types of water pollution in the coastal zone. Current study based on complex assessment of differences in water toxicity by crayfish and *Tradescantia* clone 02 plant as well as organic pollution by benthic macroinvertebrates.

Material and method. The studies were carried out during 2015–2017. For revealing genotoxic effects of water 7 sampling sites were chosen, and for revealing the rates of organic pollution the structure of benthic macroinvertebrates of rivermouth parts of 5 permanent rivers were studied (fig. 1). Sampling sites has been chosen from almost all parts of Lake Sevan which also allows comparing the spatial differences in pollution types.

The assessment of genotoxic effects were realized through revealing the level of DNA damage on haemocytes of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) by Comet assay(single cell gel electrophoresis) in vivo method [Tice, Agurell et al., 2000;] as well as by revealing the frequency of pink and white mutation events (PME and WME) in stamen hairs of *Tradescantia* (clone 02) plant species [Ma, Cabrera et al., 1994a, b]. The percent of DNA-tail was used to quantify the DNA-damage of crayfish.

Comparison of DNA damage results from samples of different stations has been realized by Multiple Range Test and the differences of mutation events has been analyzed by Student t-test using Statgraphics Centurion 16.2 (StatPoint Technologies, Inc. USA; Warrenton, VA) software.

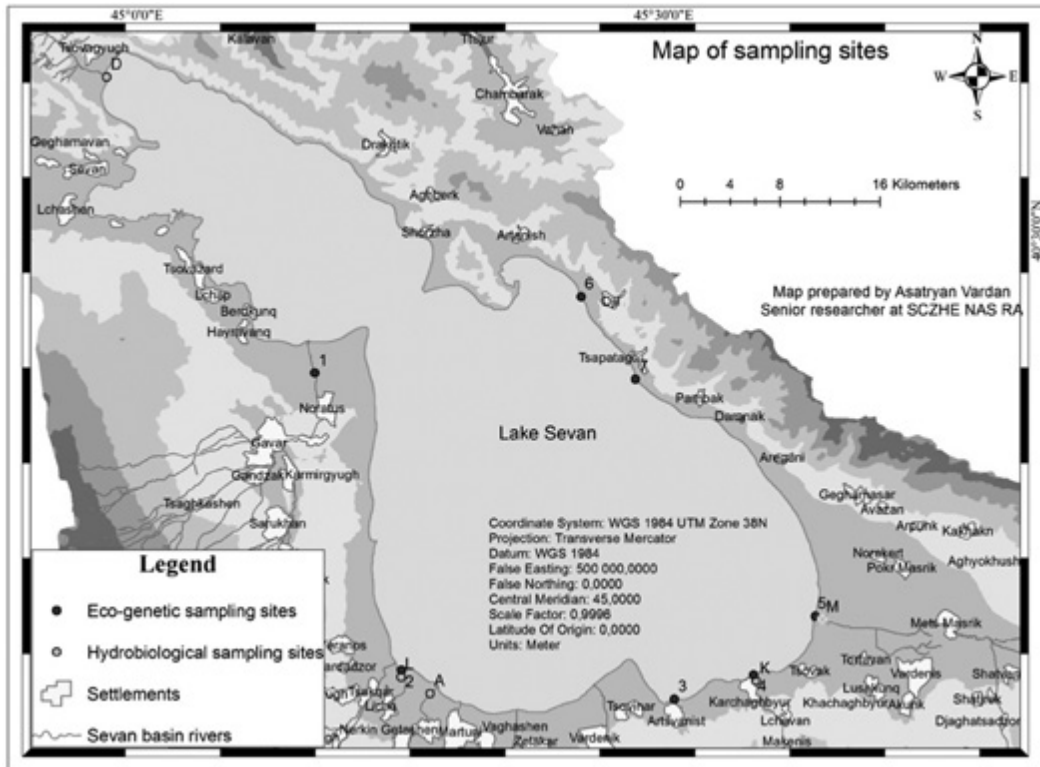


Fig. 1

Map of sampling sites (1 – Noratus; 2 – Lichq; 3 – Martuni; 4 – Karchaghbyur; 5 – Masrik; 6 – Artanish; 7 – Tsapatagh; A – Argichi; D – Dzknaget; K – Karchaghbyur; L – Lichq; M – Masrik)

Samples of benthic macroinvertebrates were collected and laboratory processed by standard hydrobiologic methods [Manual, 2002]. For the assessment of differences in organic pollution of water two widely used biotic indices – Biological Monitoring Working Party (BMWP) and Average Score Per Taxon (ASPT) were used [Семенченко, Разлуцкий, 2010]. Pinder & Farr, analyzing the sensitivity of BMWP and ASPT indices, concluded, that this combination is the best system of bioindication [Pinder, Farr, 1987]. Map of sampling sites were created by ArcGIS 10.1 software.

Results and Discussion. Based on the results of assessment of crayfish DNA damage levels, chosen sampling sites can be distributed by their pollution rates in the following order: Karchakhbyur<Lichq<Masrik<Noratus<Artanish<Martuni<Tsapatagh (Fig. 2):

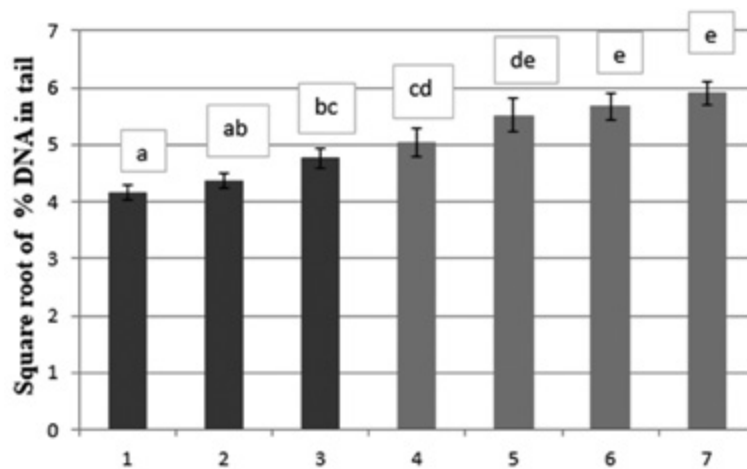


Fig. 2

Mean of square root of % DNA in tail measured in hemocytes of crayfishes from different sampling sites (1 – Karchaghbyur; 2 – Lichq, 3 – Masrik, 4 – Noratus, 5 – Artanish, 6 – Martuni, 7 – Tsapatagh). Values are shown as mean \pm SE. There are significant differences ($p < 0,001$) between the varieties are marked on bars with different letters

Compared with reference (distilled water) statistically reliable rise of frequencies of PMEhas been observed on plants which were treated by water from Noratus, Lichq, Martuni and Tsapatagh stations. The rise of frequencies of WME has been observed at all treated plants (tab. 1).

Table 1

**GENOTOXIC EFFECTS OF WATER SAMPLES FROM CHOSEN STATIONS
IN THE SOMATIC CELLS OF *TRADESCANTIA* (CLONE 02) PLANT**
(* – p < 0,05, ** – p < 0,01, *** – p < 0,001)

Samplingsite	Somatic mutations	
	(PME/1000) ± m	(WME/1000) ± m
Artanish	0,8 ± 0,31*	12,6 ± 1,2***
Karchaghbyur	0,7 ± 0,28*	9,6 ± 1,0***
Noratus	1,8 ± 0,44**	10,8 ± 1,1***
Masrik	0,7 ± 0,29*	13,1 ± 1,2***
Tsapatagh	1,2 ± 0,29**	15,1 ± 0,65***
Lichq	1,6 ± 0,34**	16,0 ± 1,1***
Martuni	1,2 ± 0,29**	9,4 ± 0,82***
Reference	0,4 ± 0,27	3,6 ± 0,67

Thus, according to eco-genetic studies higher genotoxic effects are revealed in Noratus, Martuni and Tsapatagh sampling sites, meanwhile, the less effect was registered in Karchakhbyur sampling site.

Due to lack of water treatment plants in the basin of Lake Sevan, all tributaries experiencing the domestic and agricultural wastewater impact, which lead to organic pollution. Rivermouth parts are the most representative for revealing the ecological state of the water which inflows into the Lake. Based on determination of benthic macroinvertebrates up to family levels water qualities of chosen rivermouth parts have been assessed. The results of assessment of water quality by BMWP index shows that studied parts can be distributed by the level of organic pollution in following order: Argichi<Dzknaget<Masrik<Karchakhbyur<Lichq (tab. 1). The values of Argichi, Dzknaget and Masrik rivers are corresponding to “good” water quality, and the values of Karchakhbyur and Lichq – to “Not high”, which is in one category lower. Taking into consideration seasonal changes of the values of BMWP, we can state that the only river which water quality never reaches “good” status is Lichq. The differences in BMWP score among 4 rivermouth parts is small and taking into consideration seasonal variations it’s more preferable to say that their pollution rate is almost equal.

Table 2

**WATER QUALITY ASSESSMENT RESULTS
BY BMWP AND ASPT INDICES**

Sampling site	BMWP score	ASPT value
D	63	4,2
M	53	4,4
L	35	3,5
K	49	4,45
A	69	4,3

The order of rivermouth parts of studied rivers based on ASPT index is slightly different: Karchakhbyur<Masrik<Argichi<Dzknaget<Lichq. At the same time ASPT index proves that Lichq river water quality is lower than the others by one category, which means that it more polluted. Even though water quality of Dzknaget, Masrik, Karchakhbyur and Argichi rivers mainly corresponds to “good” quality, but some organic pollution is exist.

Conclusion. Comparisons of the results have shown that eastern (Tsapatagh) and western parts (Noratus) as well as adjacent to Arpa-Sevan tunnel (Martuni) of Lake Sevan littoral zone are more exposed to the influence of pollutants. Some level of organic pollution has been revealed in all sampling sites, but the south-west part is under higher level of organic pressure which can also be the result of denser vegetation coverage. Also it’s been shown that parallel use of genotoxic and bioindication methods can become a good technique for biomonitoring.

The study was supported by State committee of science (Ministry of Education and Science of Armenia), project № 15RF-049 (Scientific Basis of the Integrated Management of Natural Resources of Lake Sevan, 15RF-049) and by Russian Foundation for Basic Research, project № 15-55-05099.

REFERENCES

- Даллакян М.Р., Асатрян В.Л. Оценка качества воды устьев основных рек, впадающих в Малый Севан // Актуальные проблемы химии и биологии: мат-лы междунар. молодежной конференции. Пушино, 2012. С. 128–129.
- Епремян Э.В. Макрофиты притоков озера Севан // Известия аграрной науки. 2011. Т. 9. № 2. С. 120–123.
- Семенченко В.П., Разлуцкий В.И. Экологическое качество поверхностных вод. Минск, 2010. 328 с.
- Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований российско-армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005–2009 гг.). Махачкала: Наука ДНЦ, 2010. 348 с.
- Asatryan V.L., Dallakyan M.R., Shokhin I.V., Aroutiounian R.M., Matishov G.G. The study of sustainability and patterns of functionality of lotic ecosystems on example of Dzknaget river (Armenia), accepted to publication in the 3rd number of Proceedings of Yerevan State University.
- Avalyan R.E., Aghajanyan E.A., Khosrovyan A., Atoyants A.L., Simonyan A.E., Aroutiounian R.M. Assessment of mutagenicity of water from Lake Sevan, Armenia with application of Tradescantia (clone 02) // Mutat Res. 2017. Mar 31. 800–802: 8–13.
- Ma T.H., Cabrera G.L., Cebulska-Wasilewska A., et al. Tradescantia stamen hair mutation bioassay. Mutat. Res. 1994a; 310: 211–220.
- Ma T.H., Cabrera G.L., Chen R., Cill B.C., et al. Tradescantia micronucleus bioassay. Mutat. Res. 1994b; 310: 221–230.
- Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macro invertebrates, developed for the purpose of the water framework directive, 2002. 202 p.
- Pinder L.C.V., Farr I.S. Biological surveillance of water quality // Archiv für Hydrobiologie, 1987. Vol. 109. P. 619–637.
- Simonyan A., Gabrielyan B., Minasyan S., Hovhannisyanyan G., Aroutiounian R. Genotoxicity of Water Contaminants from the Basin of Lake Sevan, Armenia Evaluated by the Comet Assay in Gibel Carp (*Carassius auratus gibelio*) and Tradescantia Bioassays // Bull Environ Contam Toxicol. 2016 Mar. 96(3): 309–313. doi: 10.1007/s00128-015-1720-4.
- Tice R.R., Agurell E., Anderson D., et al. Single cell gel/comet assay: guidelines for in vitro and in vivo genetic toxicology testing // Environ Mol Mutagen. 2000. 35(3): 206–221.

**К ЭКОЛОГИИ КОБЧИКА (*Falco vespertinus*)
В ЭЛЕМЕНТЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ЮГЕ РОССИИ****А.И. Ермолаев, В.В. Рыбцова**Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
ermolaev@ssc-ras.ru, rybcova@ssc-ras.ru

Соколообразные чутко реагируют на изменения условий жизни в результате как влияния естественных климатических флуктуаций и трендов, так и всё нарастающей антропогенной трансформации среды обитания, поскольку занимают высший трофический уровень экосистем [Davis, Newton, 1981; Галушин, 1982; Шепель, 1992; Ильях, Хохлов, 2010; Carlton, 1996; Newton, 1998; Kreiderits et al., 2016 и др.]. Большая часть видов этой группы имеет в настоящее время статус «находящихся под угрозой» и «редких». Поэтому неслучаен устойчивый интерес к изучению хищных птиц, не ослабевающий на протяжении последних десятилетий, и как результат этого – неплохая степень изученности группы, превышающая таковую для многих других таксонов. На современном этапе акцент в их исследованиях в значительной мере смещается в направлении углубленного изучения их биологии и экологии, механизмов адаптации к происходящим изменениям среды, выявления критических ситуаций и факторов, действующих на виды в конкретных сложившихся условиях [Коровин, 2004; Витер, 2013; Village, 1990; Purger, 2008; Demerdzhiev et al., 2014; Kettel et al., 2017 и др.].

В качестве объекта для данного исследования выбран сокол рода *Falco* – кобчик (*Falco vespertinus*) – уязвимый, сокращающийся в пределах ареала численности вид [Ferguson-Lees, Christie, 2001]. Несмотря на то, что биология и экология исследуемого вида хорошо изучена [Дементьев и др., 1951; Данилов, 1976; Галушин, 1980; Шепель, 1992; Purger, Теравчевић, 1999; Purger, 2008; Palatitz et al., 2011; Fehérvári et al., 2012; Bragin et al., 2017 и др.], весьма актуально изучение кобчика в антропогенно-трансформированных экосистемах – в связи с тем, что он является хорошим объектом индикации состояния широкого спектра средовых условий, в том числе важных для человека, так как занимает высший трофический уровень в них.

Исследование проведено в конкретном районе южного региона России – Кумо-Манычской впадине, окрестностях оз. Маныч-Гудило (Ростовская обл.) в периоды с 2009–2012 и 2016–2017 гг. Данная территория давно и в значительной мере подвержена антропогенной трансформации и имеет элемент экологической инфраструктуры – защитные лесополосы, сформированные основным древесным видом робинией псевдоакацией (*Robinia pseudoacacia*), где концентрируются дендрофильные виды птиц. Видом-инициатором в них является грач (*Corvus frugilegus*), остальные – виды-сателлиты, в том числе и исследуемый вид – кобчик. Всего под наблюдением было 105 гнезд сокола.

В результате проведенного исследования получены следующие результаты. Нами проанализированы параметры гнездовых деревьев сокола (дерево, на котором расположено гнездо). Так, в 2011 г. длина окружности ствола (см) составляла в среднем $64,4 \pm 6,5$ ($n = 13$, lim 27,0–100,0), в 2012 г. – $57,5 \pm 2,9$ ($n = 13$, lim 39,0–79,0), в 2016 г. – $58,2 \pm 6,2$ ($n = 9$, lim 27,0–90,6) и в 2017 г. – $58,1 \pm 3,5$ ($n = 10$, lim 39,0–79,1); высота дерева (м) в 2011 г. – $5,1 \pm 0,3$ (lim 3,5–7,0), в 2012 г. – $4,9 \pm 0,3$ (lim 3,0–6,5), в 2016 г. – $5,3 \pm 0,3$ (lim 3,5–7,0) и в 2017 г. – $4,8 \pm 0,3$ (lim 3,0–6,5).

Количество гнезд кобчика варьировало по годам и колониям от 0 (кобчик не гнездился в колонии 2 и 3 в 2010, 2016–2017 гг.) до 32, составляя в среднем $7,4 \pm 1,9$ ($n = 16$). В 2009 г. количество гнезд данного сокола составило в среднем $9,7 \pm 1,8$ ($n = 3$, lim 7–13); в 2010 г. – $8,0 \pm 7,0$ ($n = 4$, lim 0–32); 2011 г. – $6,5 \pm 0,5$ ($n = 2$, lim 6–7); 2012 г. – $12,7 \pm 2,3$ ($n = 3$, lim 9–17); 2016 г. – $4,5 \pm 1,5$ ($n = 2$, lim 3–6) и 2017 г. – $5,0 \pm 1,0$ ($n = 2$, lim 4–6).

Анализ гнездового фонда показал, что наибольшее количество гнезд кобчика зарегистрировано в 2010 г. ($n = 32$) – 33,3 %, тогда как в остальные годы исследований варьировало от 9,4 % (2016 г.: $n = 9$) до 30,2 % (2009 г.: $n = 29$). При различном размещении гнезд на дереве большая их часть располагалась на боковых ветвях ($n = 31$) – 68,9 %, тогда как на приствольных ($n = 14$) – 31,1 %. Высота расположения гнезд в среднем составляла $3,4 \pm 0,1$ м ($n = 45$, lim 2,0–5,0), а их удаленность друг от друга – в среднем $4,5 \pm 0,4$ м ($n = 45$, lim 1,0–14,0).

Таким образом, наличие пригодных для гнездования условий – один из главных факторов, обуславливающий возможность и эффективность размножения птиц. Исследуемый сокол рода *Falco* в долине Маныча напрямую связан с наличием гнездового фонда, формирующемся на данной территории грачом, так как собственных гнезд они не строят. При выборе гнездовых деревьев у кобчика практически не остается оптимальных вариантов для гнездования (расположение гнезд, высота расположения гнезд, укрытость гнезда и его защищенность от риска хищничества и т. п.) в силу того, что часть имеющегося гнездового фонда уже заселена другим видом-сателлитом – обыкновенной пустельгой (*F. tinnunculus*), занимающей первые гнездовые участки (III декада марта и I–III декады апреля). Также отметим, что гнездовые деревья имеют в основном небольшую высоту, что обусловлено условиями, в которых они произрастают. В связи с этим риск хищничества для гнезд кобчика повышается. Несмотря на это, ключевым фактором при выборе гнездового дерева кобчиком является его архитектура, а именно надежное закрепление гнезда и свободный подлет к нему. Поэтому большинство гнезд исследуемого сокола было расположено на боковых ветвях и большая часть из них имела свободный подлет. Отметим, что гнездовые деревья с наибольшей окружностью ствола были в 2011 г., а наиболее высокие – в 2016 г. Также стоит сказать, что в долине Маныча идет сокращение подходящих гнездовых деревьев для размножения кобчика в результате их естественного разрушения и незаконных вырубок, особенно в последние годы. Вдобавок к этому гнездовой фонд в элементе экологической инфраструктуры практически не обновляется в силу снижения на исследуемой территории численности вида-инициатора – грача.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-34-00351 мол_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Витер С.Г. Занятость участков хищных птиц (Falconiformes) и продолжительность их заселения в условиях территорий природно-заповедного фонда и неохранных территорий (Восточная Украина) // Экология. 2013. № 1. С. 39–45.
- Галушин В.М. Адаптации хищных птиц к современным антропогенным воздействиям // Зоологический журнал. 1982. Т. 61. № 7. С. 1088–1095.
- Галушин В.М. Хищные птицы леса: жизнеописание, проблемы, решения. М.: Лесная промышленность, 1980. 158 с.
- Данилов О.Н. Хищные птицы и совы Барабы и Северной Кулунды. Новосибирск: Наука, 1976. С. 82–88.
- Дементьев Г.П., Гладков Н.А. и др. Птицы Советского Союза. М.: Советская наука, 1951. Т. 1. С. 147–152.
- Ильях М.П., Хохлов А.Н. Хищные птицы и совы трансформированных экосистем Предкавказья. Ставрополь, 2010. 760 с.
- Коровин В.А. Птицы в агроландшафтах Урала. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2004. С. 73–83.
- Шепель А.И. Хищные птицы и совы Пермского края. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1992. С. 181–202.
- Bragin E.A., Bragin A.E., Katzner T.E. Demographic consequences of nestbox use for Red-footed Falcons *Falco vespertinus* in Central Asia // Ibis. 2017. Vol. 159 (4). P. 841–853.
- Carlton J. Response of Booted Eagles to human disturbance // British Birds. 1996. Vol. 89. P. 267–274.
- Davis P.E., Newton I. Population and breeding of Red kites in Wales over a 30-year period // Journal of Animal Ecology. 1981. Vol. 50. P. 759–772.
- Demerdzhiev D., Dobrev V., Popgeorgiev G. Effects of habitat change on territory occupancy, breeding density and breeding success of Long-legged Buzzard (*Buteo rufinus* Cretzschmar, 1927) in Besaparski Ridove Special Protection Area (Natura 2000), southern Bulgaria // Acta zoologica bulgarica. 2014. Vol. 5. P. 191–200.
- Fehérvári P., Solt S. et al. Allocating active conservation measures using species distribution models: a case study of red-footed falcon breeding site management in the Carpathian Basin // Animal Conservation. 2012. Vol. 15 (6). P. 648–657.
- Ferguson-Lees J., Christie D.A. Raptors of the world. Houghton Mifflin Harcourt, 2001. 993 p.

Kettel E.F., Gentle L.K. et al. The breeding performance of raptors in urban landscapes: a review and meta-analysis // *Journal of Ornithology*. 2017. P. 1–18.

Newton I. Population Limitation in Birds. London: Academic Press, 1998. 597 p.

Palatitz P., Fehérvári P. et al. Exploratory analyses of foraging habitat selection of the Red-footed Falcon (*Falco vespertinus*) // *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 2011. Vol. 57 (3). P. 255–268.

Purger J.J. Numbers and distribution of Red-footed Falcons (*Falco vespertinus*) breeding in Voivodina (northern Serbia): a comparison between 1990–1991 and 2000–2001 // *Belgian Journal of Zoology*. 2008. Vol. 138 (1). P. 3–7.

Purger J.J., Tepavčević A. Pattern analysis of Red-footed Falcon (*Falco vespertinus*) nests in the rook (*Corvus frugilegus*) colony near Torda (Voivodina, Yugoslavia), using fuzzy correspondences and entropy // *Ecological Modelling*. 1999. Vol. 117 (1). P. 91–97.

Village A. The Kestrel. London: T & AD Poyser, 1990. 352 p.

О ЗОЛОТОМ ВЕКЕ КАЙНОЗОЙСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ЮГЕ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Н.П. Калмыков

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия
kalm@ssc-ras.ru

На юге Русской платформы кайнозойские отложения изучены достаточно полно, вместе с тем континентальные осадки распространены гораздо реже, чем морские. Это связано с тем, что здесь с раннего кайнозоя (палеоцен – эоцен) существовали унаследованные от мезозоя окраинные моря Тетиса – Карпатское, Южно-Русское, Туранское, северный шельф которых покрывал южную часть Восточно-Европейской платформы, Скифскую и Туранскую плиты. До конца эоцена они продолжали оставаться открытой системой краевых морей Тетиса. Их северное обрамление было покрыто влажными тропическими лесами так называемой полтавской флоры. К началу олигоцена морские бассейны, в частности, Альпийско-Карпатский и Кавказско-Копетдагский, превратились в систему внутриконтинентальных водоемов с неустойчивым режимом солености и кислородного обмена, названной В.Д. Ласкаревым в 1924 г. Паратетисом. В олигоцене, с одной стороны, наметился тренд замещения вечнозеленой флоры широколиственными листопадными лесами тургайской флоры, бронтотериевой фауны индрикотериевой. С другой стороны, не предоставляется возможным обозначить тонкий временной срез, на котором произошла эта смена, так как выпадение тропических элементов из растительных группировок не было внезапным. Данные о фауне наземных позвоночных в северном обрамлении Восточного Паратетиса (юг Русской платформы), в том числе о млекопитающих, для палеогена и раннего миоцена в настоящее время отсутствуют.

В позднем неогене и раннем плейстоцене в обрамлении Восточного Паратетиса накапливались танатоценозы и тафоценозы, последние дошли до нас в виде представительных континентальных ориктоценозов. Они привязаны более или менее надежно к зональным подразделениям шкалы Мейна [Mein, 1990], позволяющие приоткрыть отдельные эпизоды истории формирования териофауны на юге Восточно-Европейской платформы и ее разнообразия в более позднее время: поздний миоцен – плейстоцен. Основная их часть обнаружена в Молдове и на Украине (MN 9–15, поздний миоцен – ранний плиоцен). В России такие захоронения весьма редки, они отнесены к биономам MN 5–6 (средний миоцен), MN 11–13 (поздний миоцен), MN 14–17 (ранний плиоцен – ранний плейстоцен).

Среднемиоценовый период в эволюции фауны млекопитающих на юге Русской платформы не выделен, тем не менее стоит упомянуть об этом этапе в Предкавказье, где обнаружена анхитериевая фауна в чокракских отложениях Ставропольского выступа. В ее состав входили **Rodentia**: *Turcomys*, **Carnivora**: *Laphyctis*, *Amphicion*, *Crocota*, *Pseudaelurus*, **Tubulidentata**: *Orycteropus*, **Proboscidea**: *Gomphotherium*, *Platybelodon*, **Perissodactyla**:

Anchitherium, Paranchitherium, Aceratherium, Dicerorhinus, Phyllotillon, Artiodactyla: Caucasotherium, Kubanochoerus, Propotamochoerus, Dorcatherium, Micromeryx, Dicrocerus, Heteroprox, Paradicrocerus, Palaeotragus, Cubanotragus, Paratragocerus, Hypsodontus [Габуня, 1973]. Это типичная анхитериевая фауна, ее маркирующим родом является *Anchitherium*, в позднем миоцене она была замещена гиппарионовой фауной. Как в случае с бронотериевой и индрикотериевой фаунами, индрикотериевой и анхитериевой фаунами, между ними нет четкой границы, которая резко отличала бы их в непрерывной эволюции животного мира.

К позднему миоцену (среднему сармату) приурочивают первое появление гиппариона на юге Русской платформы типа *Hipparion primigenium*, обитавшего совместно с представителями анхитериевой фауны, хотя не исключается его совместное существование с анхитерием [Короткевич, 1988]. Со средним сарматом связывают начальный этап развития гиппарионовой фауны, несмотря на то, что единичные находки фоссилий *Hipparion, Acetatherium, Machairodus, Euprox* отмечаются в отложениях нижнего сармата [Габуня, 1986]. В северном обрамлении Восточного Паратетиса он характеризуется калфинским фаунистическим комплексом. В основе его выделения, как других териокомплексов, лежит изменение в родовом составе крупных млекопитающих, что нельзя сказать по имеющимся данным о раннем сармате. В него входили **Insectivora: Crusafontina, Dinorex, Galerix, Postpalerinaceus, Desmanella, Proscapanus, Trimylus, Hemisorex, Blarina, Talpa, Lagomorpha: Eurolagus, Amphilagus, Lagopsis, Prolagus, Proochotona, Rodentia: Spermophilinus, Steneofiber, Palaeomys, Monosaulax, Miodromys, Vasseuromys, Sarmatosminthus, Anomalomys, Progonomys, Hispanomys, Occitanomys, Bujoromys, Eumyarion, Ruscinomys, Megacricetodon, Kowalskia, Primates: Oreopithecus, Carnivora: Proputorius, Plesiogulo, Eomellivora, Promeles, Limnonyx, Progenetta, Ictitherium, Percrocuta, Sansanosmillus, Machairodus, Pseudaelurus, Metalurus, Proboscidea: Deinotherium, Choerolophodon, Perissodactyla: Hipparion, Aceratherium, Dicerorhinus, Artiodactyla: Schizochocerus, Listriodon, Lagomeryx, Dicrocerus, Palaeotragus, Miotragocerus** [Лунгу, 1978; 1981; Габуня, 1986]. С концом среднего сармата связывают варницкий комплекс из представителей **Insectivora: Erinaceus, Lagomorpha: Alilepus, Proochotona, Rodentia: Palaeomys, Primates: Mesopithecus, Carnivora: Percrocuta, Proboscidea: Deinotherium, Choerolophodon, Perissodactyla: Hipparion, Aceratherium, Dicerorhinus, Artiodactyla: Lagomeryx, Palaeotragus, Moldoredunca, Miotragocerus**. В позднем сармате на южных окраинах Русской платформы обитали млекопитающие бериславского териокомплекса: **Insectivora: Crusafontina, Schizogalerix, Paenolimnoecus, Petenya, Mygalinia, Desmana, Amblycoptus, Lagomorpha: Alilepus, Prolagus, Eurolagus, Proochotona, Rodentia: Sciurotamias (=Spermophilinus), Schreuderia, Steneofiber, Trogontheium (Stylocricetus), Progonomys, Ischymomys, Colimys, Kowalskia, Carnivora: Parataxidea, Protictitherium, Perinium, Promeles, Ictitherium, Thalassictis, Palhyaena, Dinocrocota, Percrocuta, Adrocrocota, Promepites, Simocion, Machairodus, Metallurus, Tubulidentata: Orycteropus, Proboscidea: Tetralophodon, Choerolophodon, Gomphotherium, Deinotherium, Perissodactyla: Hipparion, Hippotherium, Chilotheium, Aceratherium, Artiodactyla: Palaeotragus, Microstonyx, Palaeotragus, Samotherium, Cervavitus, Miotragocerus, Protragelaphus, Graecoryx, Procacpra, Gazella** [Лунгу, 1978; 1981; Габуня, 1986; Короткевич, 1988; Вангенгейм, Тесаков, 2008].

На смену бериславскому комплексу на юге Восточно-Европейской платформы приходит тараклийская фауна раннего мэотиса белкинского фаунистического комплекса, состоящая из **Lagomorpha: Proochotona, Rodentia: Castor, Hystrix, Mustela, Thalassictis, Lycyaena, Crocuta, Machairodus, Proboscidea: Tetralophodon, Zygolophodon, Deinotherium, Perissodactyla: Hipparion, Aceratherium, Dicerorhinus, Artiodactyla: Microstonyx, Cervavitus, Eostylocerus, Palaeotragus, Samotherium, Helladotherium, Tragocerus, Palaeoryx, Tragoreas, Protragelaphus, Procacpra, Criotherium** [Габуня, 1986; Короткевич, 1988; Матишов, Калмыков, 2012]. В позднем мэотисе они продолжали существовать, об этом говорит родовой состав черевичанского подкомплекса из малочисленного ориктоценоза Тудорова, где хоботные были представлены родом *Mastodon* [Габуня, 1986; Короткевич, 1988]. Понтический этап истории гиппарионовой фауны на юге Русской платформы, как и более поздние плиоценовые (русцинийский и виллафранкский) этапы, из-за единичных находок мало освещен, между тем в конце миоцена еще обитали *Tetralophodon, Zygolophodon, Deinotherium, Hipparion, Dicerorhinus, Paracamelus, Palaeoryx* и др.

В начале русциния юг Русской платформы населяли *Hipparion, Dicerorhinus, Propotamochoerus* и другие. В конце его их спутниками были **Insectivora: Desmana, Talpa, Lagomorpha: Alilepus, Pliolagus, Proochotona, Rodentia: Castor, Prospalax, Pliospalax, Promimomys, Dolomys, Carnivora: Ursus, Lynx, Machairodus, Proboscidea: Zygolophodon, Anancus, Perissodactyla: Tapirus, Artiodactyla: Paracamelus, Pliocervus, Procacpreolus, Muntiacus, Eostylocerus, Paracervulus** молдавского териокомплекса [Габуня, 1986; Матишов, Калмыков, 2011].

В начале плейстоцена уже не встречаются дейнотерии, тапиры, жирафы, а гомотерии (махайродусы), ананкусы и гиппарионы, по всей видимости, численность их была меньше, чем в конце плиоцена. Доминируют настоящие лошади (*Equus*), мамонтоидные слоны (*Archidiskodon*), которых окружали представители халпрского фаунистического комплекса – **Insectivora: Desmana, Talpa, Rodentia: Citellus, Trogontherium, Castor, Sicista, Allactaga, Plioscirtopoda, Spalax, Allocricetulus, Cricetulus, Cricetus, Dolomys, Pliomys, Clethrionomys, Borsodia, Pitymimomys, Mimomys, Ellobius, Carnivora: Nyctereutes, Canis, Ursus, Lutra, Pannonictis, Pliocrocota,**

Pachycrocuta, *Homotherium*, *Lynx*, *Acinonyx*, **Proboscidea**: *Anancus*, *Archidiskodon*, **Perissodactyla**: *Hipparion*, *Equus*, *Stephanorhinus*, *Elasmotherium*, **Artiodactyla**: *Paracamelus*, *Sus*, *Cervus (Rusa)*, *Eucladoceros*, *Arvernoceros*, *Libralces*, *Palaeotragus*, *Leptobos*, *Gazellospira*, *Gazella* [Титов, 2008]. В среднем плейстоцене их замещают *Mammuthus*, *Coelodonta* и их спутники, последние в конце плейстоцена сформировали ядро современной фауны на юге Русской равнины.

Из изложенного следует, что с раннего плиоцена в результате усиливающегося похолодания отмечается выпадение термофильных элементов из состава териофауны, сопровождавшегося появлением аллохтонных родов, которые не могли компенсировать биологическое разнообразие предыдущих эпох. Несмотря на трудности систематики тех или иных таксонов и их инфляцию (в частности, *Ictitherium*, *Palhyaena*, *Dinocrocuta*, *Percrocuta*, *Adrocrocuta* в позднем сармате), поздний миоцен (средний сармат – мэотис) стал золотым веком в таксономическом разнообразии крупных млекопитающих. Речь идет не только о достижении пика в разнообразии фауны млекопитающих в результате освоения северного обрамления Восточного Паратетиса после отступления морских бассейнов, превратившихся позже в систему внутриконтинентальных водоемов, их трансгрессий и регрессий, появления сухопутных мостов. Речь идет и о заселении юга Восточно-Европейской платформы представителями гиппарионовой фауны до границы, показанной на карте Термье в 1952 г. [Орлов, 1989]. Северной этой границы она не обнаружена. Что за этим стоит: недостаточная геологическая изученность или что-то другое? Подобного разнообразия млекопитающих в позднем миоцене не отмечалось на юге платформы ни раньше, ни позже. Золотой век в их разнообразии, очевидно, можно связать с горными сооружениями Евразии, в данном случае с Альпийско-Гималайским геосинклинальным поясом. Местонахождения ископаемой фауны на юге Русской платформы обыкновенно приурочены к отрогам этого горного пояса, возвышавшихся над уровнем морских водоемов в миоцене и более позднее время.

Впоследствии аллохтонные элементы фауны заняли господствующее положение в обедненной биоте. Она не несет каких-либо кардинальных перестроек в своей структуре, её трансформация в большой степени отражала плавный переход от одного состояния к другому. Природные условия менялись не так внезапно, чтобы те или иные виды и роды исчезли тотчас же после таких изменений и вследствие именно их. Поэтому не предоставляются возможности указать узкую демаркационную черту, где произошло замещение калфинского комплекса фауны бериславским, бериславского комплекса фауны белкинским, белкинского комплекса фауны таврическим и т.д. Нет ясных рубежей смены геракотериевой фауны анхитериевой, анхитериевой фауны гиппарионовой, гиппарионовой фауны мамонтовой, последней современной. Фауны млекопитающих на юге Восточно-Европейской платформы от этапа к этапу, не имеющих определённых рамок, представляли собой картину многовекового взаимодействия различных таксонов, которые можно датировать и датировать вполне различными эпохами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вангенгейм Э.Ф., Тесаков А.С. Местонахождения млекопитающих позднего сармата Восточного Паратетиса // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. Т. 16. № 1. С. 95–107.
- Габуня Л.К. Беломечётская фауна ископаемых позвоночных. Тбилиси: Мецниереба, 1973. 140 с.
- Габуня Л.К. Наземные млекопитающие // Стратиграфия СССР. Неогеновая система. Т. 2. М.: Недра, 1986. С. 310–327.
- Короткевич Е.Л. История формирования гиппарионовой фауны Восточной Европы. Киев: Наукова Думка, 1988. 164 с.
- Лунгу А.Н. Гиппарионовая фауна среднего сармата Молдавии (хищные млекопитающие). Кишинёв: Штиинца, 1978. 135 с.
- Лунгу А.Н. Гиппарионовая фауна среднего сармата Молдавии (насекомоядные, зайцеобразные и грызуны). Кишинёв: Штиинца, 1981. 138 с.
- Матишов Г.Г., Калмыков Н.П. Ассоциация *Anancus* – *Archidiskodon* (Mammalia, Proboscidea) в биомах юга Русской платформы // Вестник Южного научного центра. 2011. Т. 7. № 1. С. 65–70.
- Матишов Г.Г., Калмыков Н.П. Дейнотерии (Mammalia, Proboscidea) в позднетретичных биомах Восточной Европы // Вестник Южного научного центра. 2012. Т. 8. № 1. С. 47–53.
- Орлов Ю.А. В мире древних животных. М.: Наука, 1989. 213 с.
- Титов В.В. Крупные млекопитающие позднего плиоцена Северо-Восточного Приазовья. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. 264 с.
- Mein P. Updating of MN zones // European Neogene Mammal Chronology / Lindsag E.H., Falbusch V., Mein P. (eds). Plenum Press, New York and London, 1990. P. 73–90.

РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПРИОРИТЕТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАСПИИ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

М.-Р.Д. Магомедов, Н.И. Рабазанов

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, г. Махачкала
mmrd@mail.ru, rnuh@mail.ru

Стратегической целью государственной экологической политики является поддержание целостности природных систем и их жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, сохранения здоровья населения и обеспечения экологической безопасности страны.

Каспийское море – самый крупный в мире внутриконтинентальный водоем, занимающий важное место в решении многих экономических и политических вопросов стран «бассейна Каспийского моря», что связано с прошлым, текущим и перспективным использованием его богатейших биологических и углеводородных ресурсов. Вне зависимости от международно-правового статуса Каспий остается общим экологическим объектом региона – объектом, где необходимо принятие срочных мер в области экологической безопасности. Если освоение углеводородных ресурсов здесь только набирает обороты и имеет большие перспективы, то биоресурсный потенциал моря уже практически исчерпан и восстановление их без чрезвычайных и научно обоснованных экологических и социально-экономических мер практически невозможно. В свое время, благодаря наличию обширных высококормных морских пастбищ и огромного нерестового ареала на всех крупных реках, впадающих в море, мы имели здесь самое мощное стадо осетровых – более 70 % мировых запасов осетровых рыб. Сюда же приходилось свыше 60 % российского улова крупного «частяка», представленного около 35 видами и подвидами промысловых рыб из семейств сельдевых, карповых, сомовых и лососевых частяка [Беляева и др., 1989; Иванов, 2001].

Промысловые уловы осетровых составляли здесь в различные исторические отрезки времени 85–95 % их мировой добычи. С начала столетия (1913 г.) общий улов осетровых в водах Дагестана составлял почти 4 тыс. т, в дальнейшем до 1950-х гг. эти цифры колебались от 1,1 до 3,4 тыс. т, что также составляло 7–33 % от всего улова их в Каспийском море [Даниялова, Надирадзе, 1984; Амирханов, 1988]. Но уже начиная с 1970-х гг. средний официальный вылов осетровых составил всего 76,1 т [Иванов, 2000], т.е. снизился в 10–35 раз! К 1990-м гг. это снижение достигло уже 100-кратных показателей. Объемы официальных уловов крупного «частяка» (судак, лещ, сом, жерех, щука, кутум и др.) также продолжают прогрессивно снижаться.

Ведущим фактором развития такой ситуации является разрушение нерестилищ во впадающих в нее реках. В настоящее время можно с определенностью сказать, что дагестанская популяция осетровых, в частности терские и сулакские маточные стада белуги, осетра и севрюги, практически полностью исчезли в результате отрыва их от нерестовых галечных грунтов. Вследствие изменений гидрологического режима р. Самура были потеряны генетически связанные с данной рекой популяции осетровых, которые были способны размножаться на галечных грунтах всего на расстоянии одного километра от устья (русский осетр, персидский осетр, севрюга, белуга).

Самое интересное, что они бы исчезли независимо от интенсивности браконьерства или других форм антропогенных воздействий: перекрытие нерестовых площадей построенными еще в 60-е годы гидроэлектростанциями – уже достаточный фактор для полного уничтожения дикой популяции осетровых Среднего Каспия. Браконьеры лишь добивали обреченных на вымирание и неспособных к размножению в новых условиях осетровых. К 1980–1890 гг. практически полностью закончили существование дагестанские популяции осетра и белуги поколения тех 50-х годов, средняя продолжительность жизни которых достигает 50–60 для осетра и 70–80 лет для белуги. К 2000 г., по сути, исчезла и дагестанская популяция севрюги.

Как показывают учеты, еще в 1980 г., по самым скромным оценкам, в Северо-Западной части Каспия обитало более 15 млн особей, а в 2002 г. еще около 12 млн особей белуги, общей массой в 250 тыс. т. В эти же периоды здесь обитало более 35 млн особей осетра, что по массе составляло более 500 тыс. т. В 1985 г. здесь насчитывалось более 80 млн экз. севрюги с общей массой поголовья 720 тыс. т. Общая биомасса северо-западных популяций осетровых еще в период 90-е – 2000-е гг. составляла здесь более 1 млн 500 тыс. т [Чибилов, Дебело, 2009].

Максимальные значения официальных выловов осетровых (1977 г.) отмечены значением в 23,5 тыс. т (в среднем более чем вдвое меньше), что только по Северо-Западной части Каспийского моря составляет менее

2 % (1,6 %) от всей ее популяции. Это ничто для биологически полноценной популяции и ее восстановительного потенциала. Если сюда приплюсовать массовое браконьерство, пусть даже с теоретически допустимым превышением официальных уловов в 5–10 раз – по Северо-Западной части Каспия могли вылавливаться не более 10–15 % поголовья осетровых. Что также никак не могло сказаться на устойчивости и воспроизводительном потенциале осетровых рыб региона. Браконьерство начинает сказываться только при низких уровнях численности – в период низкой численности производителей последнего десятилетия фактор браконьерства начинает реально работать и усложняет проблему входа производителей в реки.

Таким образом, простые расчеты показывают, что основная причина всего описанного – комплекс мероприятий по зарегулированию и перераспределению стоков рек, а распад единой системы координации и взаимодействия рыбохозяйственной отрасли и беспримерное браконьерство в устьевых зонах рек, только ускорили этот неизбежный процесс. Эта важнейшая и главная причина деградации ресурсного потенциала ценных промысловых проходных рыб на Северо-Западном побережье Каспия.

При этом мы не исключаем значимость других причин снижения биопродукционного потенциала Каспийского моря, в частности, деградации прилежащих озер, биологических инвазий чужеродных видов и химического загрязнения морской среды.

Возможность стабилизации и восстановления экосистем Каспия сейчас во многом зависит от научно обоснованных и согласованных действий прикаспийских государств. Существующая в настоящее время система научных исследований на Каспии является малоэффективной, спорадичной, без контроля их результативности. Многочисленные отраслевые программы, в значительной части прикрывающие и коммерческие интересы учреждений или организаций, не могут претендовать на высокий научный уровень исследований. Изменить наблюдаемый тренд дигрессионных изменений экосистем Каспия невозможно без возрождения масштабных, а главное, систематических научных исследований. Параметры состояния Каспия определяются целым комплексом трудно учитываемых и варьирующих во времени и пространстве естественных факторов и мощным антропогенным влиянием на его комплексы. Отсюда необходим единый системный научный подход к решению проблем Каспия. Практически полное отсутствие государственного целевого финансирования реальных целевых программ в последние два десятилетия не позволяет поддерживать серьезный научный уровень изысканий и ведет к недопониманию механизмов наблюдаемых процессов и неполноценности проектных решений. Масштабы же антропогенных изменений экосистем и состояние биоресурсного потенциала Каспийского бассейна выдвигают проблему их восстановления и управления в одну из важнейших приоритетов российских экологов на юге России.

Программной целью научных исследований на Каспии должна стать комплексная оценка его современного состояния и поиск путей устойчивого развития Каспийского моря как единой экологической системы для оптимизации его использования в хозяйственных и природоохранных целях. В качестве первоочередных действий в этом направлении по Среднему Каспию видится создание на базе приморского земельного участка земли ПИБР ДНЦ РАН морской биологической станции (МБС) общероссийского значения. Основные задачи деятельности МБС мы видим в следующем:

- Комплексный мониторинг современного состояния и поиск путей устойчивого использования биологических ресурсов Среднего Каспия и связанных с ней рек и озер как единой экологической системы.
- Изучение закономерностей формирования и структуры биоресурсного потенциала водных экосистем Среднего Каспия и связанных с ней пресноводных биосистем на разных уровнях биологической организации, экологический мониторинг и прогноз изменения их состояния в современных условиях.
- Разработка научных основ управления и использования биологических ресурсов Каспия на основе экологически обоснованных нормативов, методов и форм их хозяйственного изъятия.
- Обоснование научных мер по расширенному воспроизводству и формированию промысловых запасов ценных биологических ресурсов водных экосистем Западного Прикаспия, решение теоретических и практических проблем аквакультуры, создания искусственных рифов и системы интегральной защиты биологических ресурсов региона от критических факторов.
- Разработка унифицированных программ работ станции, где помимо чисто научного содержания много внимания будет уделяться ранним прогнозам негативных изменений в среде и выработке конечных решений, способствующих устойчивому развитию и использованию экосистем Каспия.

Правильная организация мониторинга за динамикой основных средовых показателей экосистем и ее ресурсного потенциала, является ключом к эффективной организации управления и долгосрочного использования ресурсного потенциала среды и прямо согласуется целями «Рамочной конвенция по защите морской среды Каспийского моря» (по пунктам – a, b, c, d, e, f).

Исследования на такой станции по акватории Среднего Каспия, как одного из наиболее важных рыбопромысловых районов Каспия, должны затрагивать существенные свойства и состояния составляющих морских биологических компонентов и параметров среды.

В современных условиях наиболее эффективным, а во многих случаях основным источником пополнения запасов водных биоресурсов является их искусственное воспроизводство. В условиях, когда практически все виды осетровых Каспийского бассейна находятся в депрессии, первостепенная роль должна отводиться их искусственному воспроизводству. В соответствии с научно обоснованными рекомендациями на основе современных технологий имеется возможность организации на территории МБС опытного осетрового рыбоводного комплекса с возможностью выпуска мальков в море и восстановления рыбохозяйственного значения крупнейших рек Среднего Каспия (рек Терека, Сулака, Самура и Рубаса).

Другой важной задачей, направленной на повышение эффективности уровня НИР по морской тематике, является восстановление на Каспии работ научно-исследовательских судов. Методология экологического мониторинга требует проведения постоянного и систематического слежения за состоянием средовых показателей и отбора проб. В этой части научно-исследовательские суда являются важнейшей частью системы технических средств мониторинга, эффективность которой связана, с одной стороны, с выполнением научных задач рейса, а с другой – мореходностью, определяющей условия труда научного персонала и практическую возможность выполнения задания. Материалы исследований с судов будут представлять важнейшую исходную информацию для научно обоснованных мероприятий по сохранению биоресурсного потенциала Среднего Каспия, оценки общего состояния его экосистемы, раннего предупреждения экологических катастроф и разработки научных основ долгосрочной стратегии восстановления и устойчивого использования ресурсов моря.

Повышение эффективности реализации Каспийских программ в настоящее время невозможно и без широкой координации смежных внутригосударственных и межгосударственных структур в области научных изысканий и тесной координации научно-исследовательских работ на Каспии в рамках единого координационного плана научных действий. Такая цель требует разработки единого программного комплекса – координационного плана действия, где к их решению, помимо естественных классических наук, необходимо привлечь широкий спектр новых отраслей знаний. В частности, математическое моделирование, исследования физических, химических и биохимических процессов, происходящих в море и его бассейне, геохимические изыскания. Особое значение придается применению новых информационных систем, способных впитать в себя уже имеющийся банк знаний и обозначить основные перспективы целевых научных исследований на будущее. По существу ни одно сколько-нибудь серьезное решение по той или иной территории в настоящее время не должно решаться без «экспертизы», выполненной на основе ГИС. Цель разработки ГИС «Каспийское море» – создание справочно-информационной системы, атласа Каспийского моря для получения комплексной экологической информации на базе экологического мониторинга, а также различных средств, методов и технологий для информационного обеспечения проведения научных исследований.

Основная цель такой программы – комплексная оценка современного состояния и поиск путей устойчивого развития Каспийского моря как единой экологической системы для оптимизации его использования в хозяйственных и природоохранных целях.

Другим важным инструментом является глобализация проведения исследований по Каспию с привлечением специалистов из разных стран и отраслей знаний для решения проблем Каспия, в частности, разработки общей теории и методов конструктивной (функциональной) экологии для оптимизации использования ресурсов Каспия при устойчивом сохранении его биосистем. Концепция программы должна включать также широкое использование сети Интернет и доступ к мировым базам данных, что значительно повышает конкурентоспособность в производстве и развитии научных исследований. В рамках такой программы должна быть пересмотрена сама стратегия повышения продуктивности прибрежных сообществ, в частности, дагестанского побережья.

В перспективе для комплексного использования водных ресурсов Каспийского моря особенно остро встает вопрос о разработке научных основ управляемого рыбного хозяйства. Относительная замкнутость водоема (изолированность) и возможность контроля над состоянием водной среды и береговой зоны дает возможность в будущем на основе интеграции науки и производственного потенциала прибрежных государств создать на Каспии такой комплекс. Превращение Каспийского моря в водоем с управляемым рыбным хозяйством подразумевает непрерывный сбор и обработку информации обо всех процессах, происходящих в водоеме [Беляева и др., 1989].

В последнее десятилетие в России произошла существенная перестройка взглядов на возрастающую ценность ресурсов живой природы и оказываемых ею «глобальных услуг». Одной из явных причин этого стало стремление рассматривать ценность живой природы в ряду важнейших эколого-экономических индикаторов макроэкономического и секторального развития страны [Мартынов, Тишков, 2001; 2002]. Показано, что учет экономической ценности природы требует стоимостной оценки целого ряда природных функций, таких как: обеспечение природными ресурсами; регулирование биосферных функций, ассимиляция отходов и загрязнений; обеспечение людей природными услугами, такими как благоприятный климат, рекреация, эстетическое удовольствие от природы и пр. [Бобылев и др., 1999; Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской

Федерации», 2002]. В этом плане экономические решения, принятые без учета влияния на биоразнообразие и биоресурсный потенциал территорий, ведут к непредвиденным и неоправданным природоохранным затратам или сводят на нет потенциальные экономические выгоды.

Учитывая огромный потенциал водных ресурсов республики, очевидно одно, что в Дагестане рыбная отрасль, должна стоять в одном ряду с такими ведущими и уже традиционными отраслями, как сельское хозяйство и гидроэнергетика. Это наиболее экологически безопасные и в наибольшей степени отвечающие возможностям Дагестана отрасли. Рыбная отрасль, при правильном ее ведении, всегда отличалась высокой рентабельностью. Пример Ирана показывает высочайшую эффективность и экономическую целесообразность подобных подходов – если в России в последние годы официальные добычи осетровых не превышали от 20 до 50 т, то Иран сейчас экспортирует от 80 до 140 т только черной икры на мировые рынки.

При этом основной государственный акцент должен быть сделан на пастбищном рыбоводстве, значительно более дешевом и нацеленном на максимальное использование естественных пищевых ресурсов Каспия и поддержания ее полноценных трофических цепей питания. Вопросы прудового товарного воспроизводства должны в основном решаться за счет индивидуальных производителей и предпринимателей.

Для этого не достаточно просто восстановить и активизировать деятельность имеющихся рыбопроизводных цехов, это должны быть мощные производственные комплексы. Только таким образом можно еще в минимальные сроки (но не менее чем за 15–20 лет) восстановить маточные поголовья и численность терской, сулакской и самурской популяций осетровых, лососевых и сиговых (за 5–8 лет) и без прекращения, но при ограниченном промысле значительно увеличить поголовье крупного «частяка» (за 4–5 лет). Эти мероприятия должны быть направлены, в первую очередь, на восстановление новых популяций, которые нагуливались бы в дагестанских прибрежных водах и заходили на нерест в дагестанские реки, пойменные озера и пресноводные заливы.

При этом вся финансовая нагрузка, включая создание мощных рыбопроизводных комбинатов на всех дагестанских реках, должна лечь на плечи потребителей водных ресурсов, в том числе и на государство Азербайджан, по сути погубившая рыбные ресурсы реки Самур. К примеру, каждая ГЭС, стоящая или строящаяся на наших реках, изначально должна закладывать часть своей прибыли на воспроизводственные цели и эти средства должны быть адекватны конечной цели восстановления рыбных запасов относительно каждого водоема. Такой механизм четко обозначен в Экологической доктрине Российской Федерации: «Стратегической целью государственной политики в области экологии является создание полноценного механизма взимания с хозяйствующих субъектов, эксплуатирующих природные ресурсы, платежей и их использование для сохранения и восстановления природной среды, в том числе биоразнообразия» [Экологическая доктрина Российской Федерации, 2003].

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН № 1.21П «Биоразнообразие природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Амирханов Г.А. Осетровые рыбы. Махачкала: Даг. кн. изд-во, 1988. 128 с.
- Беляева В.Н., Казанчиев Е.Н. и др. Каспийское море: ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. 236 с.
- Бобылев С.Н., Медведева О.Е. и др. Экономическая оценка биоразнообразия. М.: ГЭФ, 1999. 112 с.
- Даниялова Н.В., Надирадзе А.А. Использование биологических ресурсов дагестанского рыбопромыслового района Каспийского бассейна. М.: Наука, 1984. 120 с.
- Иванов В.П. Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2000. 100 с.
- Иванов В.П. Основные пути сохранения и использования биологических ресурсов Каспийского моря // Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2001. С. 8–24.
- Мартынов А.С., Тишков А.А. Россия на международном рынке экосистемных услуг // Биологические ресурсы и устойчивое развитие. Пущино, 2001. С. 60–63.
- Мартынов А.С., Тишков А.А. К Российским инициативам по активизации глобальных финансовых механизмов охраны природы на встрече в Йоханнесбурге – РИО +10 // Новые финансовые механизмы сохранения биоразнообразия. М., 2002. С. 36–65.
- Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации», Институт экономики природопользования, 2002. 604 с.
- Чибилев А.А., Дебело П.В. Рыбы Урало-Каспийского региона. Серия: Природное разнообразие Урало-Каспийского региона. Т. II. Екатеринбург: УрО РАН, 2009.
- Экологическая доктрина Российской Федерации (Одобрена распоряжением Правительства РФ от 31 августа 2002 г. № 1225-р). М., 2003. 32 с.

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫПУСКА ПЕРЕДНЕАЗИАТСКОГО ЛЕОПАРДА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

**В.В. Рожнов¹, М.-Р.Д. Магомедов², Х.А. Эрнандес-Бланко¹, Д.В. Добрынин¹,
А.А. Ячменникова¹, Н.И. Насрулаев², М.М. Магомедов²**

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

²Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, г. Махачкала
rozhnov.v@gmail.com, mmrd@mail.ru

Конкретная цель исследовательских работ в рамках Федеральной программы восстановления переднеазиатского леопарда на Кавказе, предшествующего этапу реинтродукции, состояла в проведении экспедиционно-исследовательских работ по обследованию потенциальных территорий обитания и выявлению оптимального места первого выпуска леопардов на территории Дагестана. Конечная цель – разработка комплекса экологически обоснованных мер, направленных на реализацию плана действий по восстановлению и сохранению устойчивой группировки переднеазиатского леопарда в условиях Дагестана путем выпуска животных в природу, как основы его восстановления на Большом Кавказе.

Материал и методика. Оценка потенциальных местообитаний различных видов и популяций животных с целью планирования и осуществления природоохранных мероприятий *in situ* является актуальной и важной фундаментальной задачей современной прикладной экологии. Нашими исследованиями были охвачены обширные территории восточных и западных отрогов Богосского хребта и часть ГКХ с их отрогами.

В прежние годы леопард был широко распространен по территории Дагестана, в том числе в нижних предгорьях [Бурчак-Абрамович, Джафаров, 1941; Гептнер, Наумов, 1972]. Важной особенностью исторического распространения леопардов на Кавказе является их привязанность к лесным и древесно-кустарниковым экосистемам (рис. 1).

Связь леопарда с лесной растительностью на Восточном Кавказе объясняется общей скрытностью его образа жизни и привязанностью к лесным экосистемам основных объектов его питания – безоарового козла, благородного оленя, серны, кабана, косули [Магомедов и др., 2014]. Только дагестанский тур отдает предпочтение альпийским и субальпийским горным лугам, спускаясь в лесные массивы только в многоснежные зимы.

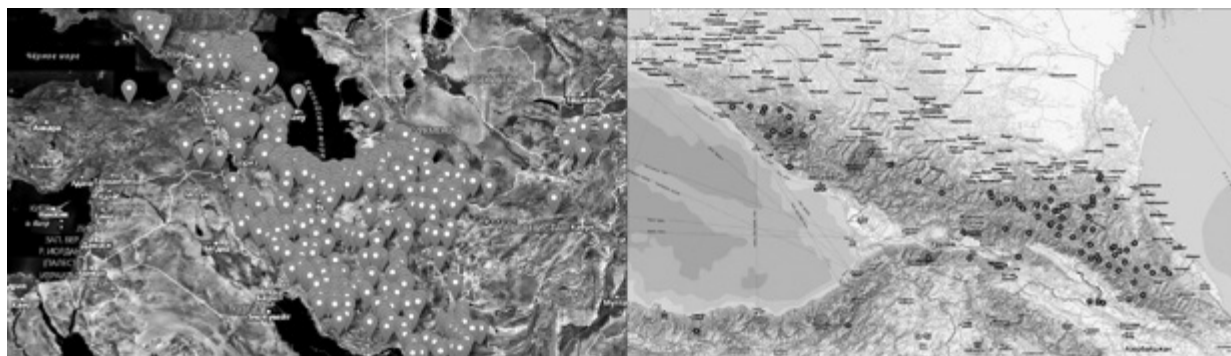


Рис. 1

Историческое распространение переднеазиатского леопарда на Восточном Кавказе. Использовано 18 литературных источников, где описано 518 фактов встреч с леопардами или подтвержденными следами их пребывания (след, шкура, труп), отраженными в литературе на русском языке (слева); справа – приведены данные по российской части Кавказа

Особенно тесная связь леопарда прослеживается с безоаровым козлом – исторически там, где водились безоаровые козлы, всегда обнаруживалось присутствие леопарда. Об этом свидетельствует не только большое количество литературных источников, но и анализ распределения древних наскальных рисунков с обозначением леопардов. На таких «панно» образы «барсов» повсюду сопровождаются рисунками безоаро-

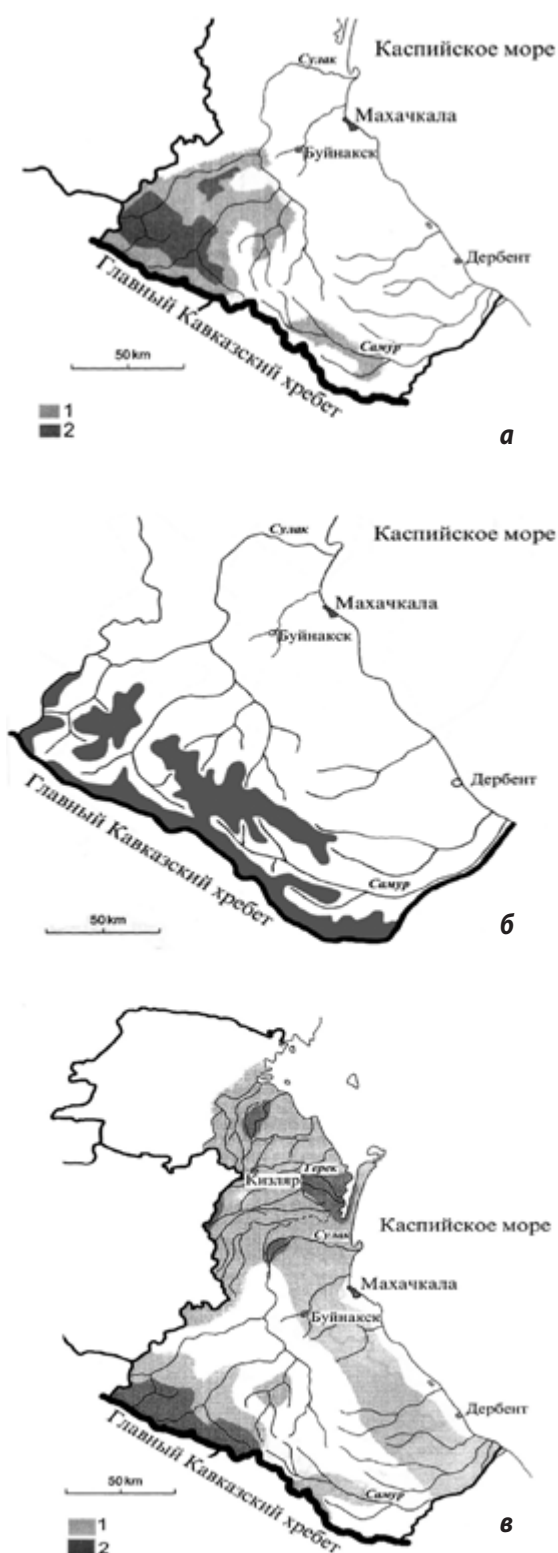


Рис. 2

Ареал безоарового козла (а), дагестанского тура (б) и благородного оленя (в) в Дагестане в начале XX (1) и XXI вв. (2) [Magomedov et al., 2001]

вого козла и чуть реже благородного оленя [Исрапилов, 2003]. Отсюда, при выборе районов наших исследований мы в первую очередь учитывали наличие, площади и сохранность лесных угодий, наличие в них в настоящее время потенциальных объектов питания леопардов. Что касается собственно лесных угодий Дагестана, то на основные лесообразующие древесные породы (мелколиственные, хвойные, твердолиственные) приходится около 347 тыс. га [Гаджиев и др., 2016], сосредоточенных в основном в горных зонах. На эти же зоны, как и раньше [Гептнер, Формозов, 1941], в настоящее время приходится и биотопическое распространение основных кормовых объектов леопарда (рис. 2) в Дагестане. Это, как правило, настоящие горные леса, а не кустарники или субальпийские криволесья. Основными сопутствующими безоаровому козлу видами копытных в горных лесах являются косуля, кабан и дагестанский тур. Серна и олень в меньшей мере представлены в рассматриваемых нами зонах, хотя являлись важными объектами питания леопардов в исторический период.

Таким образом, учитывая характер произрастания и состояние лесного покрова Дагестана и общий характер распределения основных базовых кормовых объектов леопарда (безоаровый козел, дагестанский тур, благородный олень, серна, косуля и кабан), для исследований в качестве возможных потенциальных местообитаний леопардов были выбраны административные территории Хунзахского, Ахвахского (частично), Шамилевского, Тляртинского, Цумадинского и Цунтинского районов, включающие горно-лугово-степную, горно-луговую и горно-лесолуговую естественно-исторические зоны.

В работе использовались методологические и методические принципы целого ряда экологических подходов, в рамках которых анализировались возможные функциональные связи леопарда с его пищевыми объектами и конкурентами, с физическими и биотическими параметрами каждого конкретного района исследования. В целом анализом были охвачены все те условия, которые позволяют долгосрочному выживанию данного редкого вида в составе тех или иных экосистем.

Одной из основных задач в нашей работе был анализ состояния популяций потенциальных жертв, позволяющих с высокой степенью достоверности судить о плотности населения различных видов копытных в районе проведения исследований. На основе литературных источников, прямых картографических вычислений и визуальных оценок для всех районов представлены ландшафтно-экологические характеристики районов местности, выбранных в качестве потенциальных возможных территорий для первых выпусков леопардов. Определена доля зональных элементов, степень лесопокрытия территории, площади скальных выходов и осыпей, характер их распределения по территории, характер использования пастбищ

домашним скотом, общее состояние ландшафтов, степень их антропогенной трансформации, населенность территории, формы хозяйственной деятельности и т.д. Конечной целью такого комплексного подхода являлось возможность более точного описания предполагаемой экологической ниши леопарда и оценки критических

факторов, ограничивающих их жизнедеятельность, численность и дальнейшее распространение по смежным территориям.

Общая протяженность маршрута, охватившую северо-западный борт Хунзахского плато, долину Аварского Койсу, Джурмутскую, Бежтинскую и Шауринскую котловину, долину Андийского Койсу, в течение 7 дней (май) и 10 дней (июнь) составила в 2017 г. более 3 400 км (рис. 3).



Рис. 3

Маршрут экспедиции в июне 2017 г. (выделен жирной линией) и географические участки, по которым проведен анализ: 1 – северо-западный борт Хунзахского плато, 2 – долина Аварского Койсу, 3 – Джурмутская котловина, 4 – Бежтинская котловина, 5 – Шауринская котловина, 6 – долина Андийского Койсу

Результаты и обсуждение. Для каждого из обследованных участков приведены результаты экспедиции по следующей схеме: оценка состояния и сохранности местообитаний, их связь с другими местообитаниями (наличие коридоров); возможное влияние снегового покрова; состояние кормовой базы (видовое разнообразие и численность потенциальных кормовых объектов, их присутствие в разные сезоны); плотность местного населения (количество селений, общая численность населения); хозяйственная деятельность (формы деятельности, численность скота – овец, коз, крупного рогатого скота, лошадей); распределение особо охраняемых природных территорий и охотничьих хозяйств; заключение о степени пригодности участка для жизни леопарда (необходимость биотехнических мероприятий, состояние охраны, необходимость работы с населением). Подготовлен обширный отчет на 120 страницах стандартного машинописного текста, включающий 27 рисунков, 28 фотографий, 7 таблиц и 50 цитируемых источников.

В глобальной перспективе речь идет о цели, поставленной на долгие сроки, в рамках которой предусмотрены последовательно исполнимые комплексные задачи по реставрации структурно-функциональной целостности экосистем всего Восточного Кавказа, т.е. восстановлению не только компонентного состава экосистем, но и естественных функциональных связей между всеми их компонентами в долгосрочной перспективе.

Исследованиями были охвачены шесть высокогорных ландшафтных комплексов в различных районах внутреннего и высокогорного Дагестана, где и по настоящее время сохраняется высокое видовое разнообразие и исторически сложившаяся структура горных копытных Восточного Кавказа.

Предварительный сравнительный анализ рассмотренных участков свидетельствует о возможности использования леопардом любого из обследованных 6 участков. Однако математическое моделирование вероятностей обитания его на территории Дагестана на основе результатов анализа дешифрирования мультисезонной мозаики космоснимков показывает, что наиболее благоприятны для леопарда два региона из шести. Остальные, несмотря на наличие в них определенных благоприятных для леопарда зон, в целом, по комплексу условий, с точки зрения потенциальной пригодности для обитания леопарда, не обладают достаточными биотопическими и ландшафтными условиями для жизни реинтродуцированных особей и формирования самоподдерживающейся популяции в течение достаточно длительного периода времени. Полученные данные были

верифицированы на местности и дополнены сведениями о плотности потенциальных жертв леопарда. Ниже они коротко охарактеризованы по отдельности – в порядке того, как проводилась их оценка и верификация данных на местности.

Участок 1. Северо-западный склон Хунзахского плато, несмотря на относительно высокие плотности и разнообразие видового состава копытных (безоаровый козел, косуля, кабан), наличие участков, приемлемых для использования леопардом по своим ландшафтным условиям (горный лес, покрытые шибляком ксерофитные склоны, значительная изрезанность горных склонов с многочисленными скальными выходами), не имеет достаточной территории для круглогодичного обитания леопардов и характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на экосистемы. Присутствующие на территории копытные привязаны к сохранившимся, мало тронутым лесным угодьям, занимающим здесь не более 8 % общей территории. С учетом соседних районов условно пригодными здесь можно считать не более 150 км² площади, а на пригодный для жизни леопарда участок будет приходиться менее 60 особей диких копытных. Этого не достаточно для создания устойчивой группировки леопардов, но не исключает возможных спорадических их заходов в данную зону в зимний период по долинам Андийского и Аварского Койсу. Район характеризуется самой высокой плотностью населения, высокой долей с/х земель, самым большим количеством скота (КРС и МРС) из всех рассмотренных участков, развитой и разветвленной сетью автомобильных дорог, высоким коэффициентом селитебной освоенности (количество селений на 10 км²).

Участок 2. Долина Аварского Койсу крайне неоднородна по состоянию природно-территориальных комплексов (геоморфологии и орографическим особенностям, характеру и распределению растительных комплексов и диких копытных, степени антропогенной трансформации и населенности человеком и др.). Потенциально пригодные для леопардов площади приходятся только на верховья течения реки вплоть до ее истока и могут достигать площади 750 км². С учетом современного состояния копытных здесь круглогодично может прокормиться не более двух леопардов, на зону обитания которых будет приходиться от 380 до 420 крупных копытных (безоаровый козел, тур, косуля, кабан). Повсеместно от высот более 2800 м открытые участки склонов хребтов Нукатль и Богосского заселены дагестанским туром, что существенно увеличивает кормовую базу леопарда. Большая часть склонов зимой не покрывается снегом, территория связана переходами с другими аналогичными по характеристикам смежными участками – с Джурмутской котловиной и Тляртинским государственным заказником; с Бежтинской котловиной и Главным Кавказским хребтом; с Цумадинским районом и долиной Андийского Койсу. Хотя большая часть (4/5) потенциально пригодной для леопарда территории приходится на Кособско-Келебский заказник, требуются мероприятия по снижению или исключению браконьерства по отношению безоаровому козлу – основному объекту питания леопарда на этом участке.

Участок 3. Джурмутская котловина с точки зрения перспективных и потенциальных местообитаний леопарда подходит практически вся – от верховьев Аварского Койсу до г. Гутон. Она представляет собой обширную долину р. Джурмут с многочисленными поперечными ущельями и лесными угодьями. Определяющую роль в формировании разнородных ландшафтных образований, необходимых для жизни леопардов и его жертв, поддержании высокой численности и разнообразия копытных, здесь играет Главный Кавказский хребет. На территории обитает весь исторически сложившийся комплекс горных копытных Восточного Кавказа (безоаровый козел, тур, косуля, кабан, серна, олень), которые могут прокормить в летний период 4–5 леопардов. С географической точки зрения Джурмутская котловина граничит по Главному Кавказскому хребту и государственной границе Российской Федерации с Лагодехским и Закатальским государственными заповедниками. Вместе с окружающими хребтами эта котловина общей площадью около 90,0 тыс. га практически полностью находится в границах Государственного природного заказника федерального значения «Тляртинский» (83,5 тыс. га). Район в значительной степени изолирован от посещения людьми. Имеются обширные лесные участки и безопасные коридоры пригодных для дальних переходов леопардов в северо-западном, северном и южном направлениях. Сплошной лесной массив соединяет между собой в единую систему Джурмутскую и Бежтинскую котловины. Основой питания леопардов здесь могут быть туры, представленные в значительном количестве, и отдельные группировки серн. Однако резкие сезонные изменения биотопических и ландшафтных условий, а также незначительная численность безоарового козла не позволяют выбрать Джурмутскую котловину в качестве первоочередной точки выпуска леопардов.

Участок 4. Бежтинская котловина – наиболее оптимальная зона для первоначального выпуска леопардов. Ее можно целиком отнести к благоприятным и даже потенциально оптимальным местообитаниям формируемой группировки леопарда на Восточном Кавказе. Ее территория, за исключением зоны федеральной дороги, занимает более 550 км². На территории Восточного Кавказа это единственная зона, где на одном хребте на 1,5–2,0-километровом маршруте можно встретить сразу все 6 видов копытных (безоаровый козел, тур, косуля, кабан, серна, олень) [Магомедов и др., 2005]. Пространственное распределение каждого из видов копытных связано с их сезонным биотопическим предпочтением конкретных склонов и элементов ландшафта. На высоты от 2000 до 2600 м н.у.м. приходится их наибольшее разнообразие. На предполагаемый участок обитания леопарда здесь в среднем может приходиться от 300 до более 600 крупных копытных, что по всей территории условно может обеспечить

не менее 4 особей леопардов в летний сезон. В зоне Главного Кавказского хребта из-за отсутствия здесь высоких хребтов численность туров довольно низкая, но на стороне Богосского хребта рельеф предоставляет прекрасные возможности для охоты леопардов, а численность туров высокая во все периоды года. Многочисленные перевалы по Водораздельному хребту позволяют леопардам и копытным практически круглый год свободно перемещаться с северных склонов на южные и обратно. Потенциальная численность леопарда на этой территории может лимитироваться только общей относительно небольшой площадью долины. С географической точки зрения Бежтинская котловина находится в центральной части всех рассматриваемых нами ландшафтных комплексов, подходящих для леопарда. Вдоль Главного Кавказского хребта она тесно связана с Джурмудской и Шауринской котловинами и образует с ними обширный единый природно-территориальный комплекс – Дидойско-Джурмутскую котловину. В юго-восточном направлении по линии гора Шавиклде (3578 м) – гора Гутон (3648 м) этот котловинный ландшафт с непрерывным лесным поясом простирается более чем на 100 км, образуя коридор для перемещений животных. Средняя ширина коридора около 15 км, в Шауринской части он существенно расширяется и превышает 30 км. Все три связанные между собой котловины в южной части через Главный Кавказский хребет выходят к крупным охраняемым территориям – Государственному заповеднику и национальному парку с природной охраняемой зоной Тушети (Грузия), Лагодехскому государственному заповеднику (Грузия) и Закавказскому государственному заповеднику (Азербайджан). В Бежтинской котловине всего 15 населенных пунктов, в основном локализованных в самом ее начале и практически строго привязанных к долине р. Хзанор. Здесь отмечена самая низкая плотность населения – 13,13 чел./км². Показатель селитебной освоенности находится на уровне высокогорных альпийских кустарниково-луговых ландшафтов [Атаев и др., 2010] и составляет всего 0,26. На этом участке практически отсутствуют дороги: дорог местного значения всего 12 км. По Главному Кавказскому хребту проходит государственная граница Российской Федерации, что позволяет контролировать территорию и существенно снижает доступность ее для населения, туристов и браконьеров и создает благоприятные условия для организации и эффективного осуществления режима охраны.

Участок 5. Шауринская котловина, как и Бежтинская, является частью Дидойской котловины, она также подходит для обитания леопарда. За счет относительно низкогорной части прилегающих к Главному Кавказскому хребту боковых ее отрогов и сплошную полосу непрерывных лесных угодий она связана через Бежтинскую котловину с Джурмудской котловиной. Часть котловины по Главному Кавказскому хребту закрыта государственной границей Российской Федерации. В Шауринской котловине также имеется полное разнообразие горных копытных Восточного Кавказа, а их ресурсы достаточны, чтобы поддержать пребывание здесь в среднем до 5 особей леопардов в летний период. В районе не исключен высокий уровень браконьерства, особенно по строящейся федеральной дороге в долине р. Метлюта, что в значительной мере замедляет восстановление полноценной популяции безоарового козла в этих оптимальных для них местообитаниях. В не меньшей мере страдает и популяция благородного оленя на приграничных территориях с Грузией: отмечаются случаи отстрела оленей со стороны как грузинских, так и дагестанских охотников. Меньше от охотников страдает серна – мелкие размеры тела и отсутствие крупных рогов не стимулируют дагестанцев к охоте на них. Больше всего отстреливаются дагестанские туры, но благодаря своей массовости существенный ущерб популяции пока не заметен. Одним из недостатков Шауринской котловины является то, что копытные в разном сочетании видов рассредоточены здесь по разным крупным комплексам. Три крупных сплошных массива лесов – вдоль Главного Кавказского хребта, на отрогах Богосского хребта и по нижнему течению р. Метлюта – соединены узкими лесными полосами по ущельям водосборных речек р. Метлюта и сходятся со всех направлений в районе селения Шаури. С учетом крайне неравномерного распределения по территории копытных это представляется очень важным для миграций леопарда. Отношение местных жителей, представителей охотничьих служб и даже многих административных работников района к проекту восстановления леопарда прохладное, если не отрицательное. Это важное обстоятельство необходимо учесть в стратегии долговременной охраны реинтродуцированных животных и принять меры для сведения к минимуму возможных негативных последствий со стороны местных жителей.

Участок 6. Долина Андийского Койсу, в связи с крайней ограниченностью пригодных площадей и несмотря на довольно высокие плотности основных потенциальных жертв леопардов, не может быть рекомендована для выпуска леопардов. Эта зона, в случае успеха процесса реинтродукции леопарда, может быть использована им для поддержания роста и расширения ареала популяции. Условно пригодная для обитания леопарда площадь для летнего периода составляет по стороне Богосского и Андийского хребтов около 200–230 км². С учетом всех пригодных площадей со стороны Андийского и Богосского хребтов, на которых обитают 4 вида копытных, территория может обеспечить кормами в летний и зимний периоды не более 2–3 особей леопарда. Район интенсивно развивается. Здесь 64 населенных пункта, показатель селитебной освоенности в среднем по району составляет 18,4, что свидетельствует об очень высокой заселенности территории. Плотность населения более 21,0 чел./км². В районе активно строятся и реконструируются дороги, развивается местная промышленность, запроектировано строительство 8 новых средних гидроэлектростанций.

Таким образом, наиболее перспективным регионом российской части Восточного Кавказа для восстановления переднеазиатского леопарда является юго-западная часть Дагестана, прилегающая к государственной границе России с Грузией и Азербайджаном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атаев З.В., Заурбеков Ш.Ш., Братков В.В. Современная селитебная освоенность ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2010. № 1. С. 71–74.

Бурчак-Абрамович Н.И., Джафаров Р.Д. Леопард (*Panthera pardus tulliana*) на Апшеронском полуострове // Тр. Ест.-истор. музея А.Н. Аз. ССР. 1949. Вып. 3. С. 86–104.

Гаджиев А.И., Ферзуллаев В.Б., Магомедгаджиев М.З. Леса Дагестана: прошлое, настоящее, будущее. Махачкала: Лотос, 2016. 128 с.

Гептнер В.Г., Наумов Н.П. Млекопитающие Советского Союза. Хищные (гиены и кошки). М.: Высшая школа, 1972. Т. II. Ч. 2. 552 с.

Гептнер В.Г., Формозов А.Н. Млекопитающие Дагестана // Сб. тр. Гос. зоол. муз. Моск. гос. унив. 1941. VI. С. 3–74.

Исрапилов М.И. Наскальные рисунки Дагестана и изменения полюсов и наклона оси Земли в голоцене. Махачкала: Юпитер, 2003. 432 с.

Магомедов М.-Р.Д., Муртазалиев Р.А., Яровенко Ю.А., Ахмедов Э.Г., Омаров К.З., Насрулаев Н.И. Структура и динамика важнейших компонентов ресурсных сообществ высокогорных экосистем Восточного Кавказа // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. С. 69–86.

Магомедов Р.Д., Ахмедов Э.Г., Яровенко Ю.А., Насрулаев Н.И. Безоаровый козел в Дагестане (популяционная организация и особенности экологии). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 120 с.

Magomedov M.-R.D., Akhmedov E.G., Omarov K.Z., Yarovenko Yu.A., Nasrullaev N.I., Murtazaliev R.A. Anthropogenic effects on dynamics of the mountain landscapes of Eastern Caucasus // Czlowiek i Przyroda (The Sustainable Development). Lublin, 2000–2001. № 13–14. P. 39–56.

МОРСКИЕ ПТИЦЫ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

Р.М. Савицкий

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
ramiz@ssc-ras.ru

Морские виды птиц объединяют разные систематические группы, состоящие из отрядов Пингвинообразные (Sphenisciformes), Трубноносые (Procellariiformes), Веслоногие (Pelecaniformes), подотрядов чайковых (Lari) и чистиковых (Alcae) отряда Ржанкообразных (Charadriiformes), а также один вид – обыкновенная гага (*Somateria mollissima*) – из отряда Гусеобразных (Anseriformes). Все они связаны с морем во все сезоны жизненного цикла – и в период гнездования, и вне сезона размножения. Причем только в отрядах пингвинообразных, трубконосых и подотряде чистиковых к морским птицам можно отнести все виды – среди этих систематических групп нет ни одного наземного вида или вида, связанного с пресными водоемами [Зубакин, 2007].

Изучение авифауны акваторий азово-черноморского бассейна насчитывает почти столетнюю историю. Первые сводки по птицам рассматриваемого региона появились в начале XX в. [Алфераки, 1910; Ригельман, 1918]. Вторым этапом явилось изучение видового состава птиц побережья и береговых экосистем, а также массовых видов, играющих значительную роль в экосистемах и деятельности человека. На современном этапе изучение морских птиц проводится с борта морских судов [Савицкий, 2013а; 2013б], а в зимнее время – с ледоколов [Лебедева, Савицкий, 2005; Матишов и др., 2006].

Материал собран во время морских и береговых экспедиционных работ Мурманского морского биологического института КНЦ РАН и Южного научного центра РАН с 2000 по 2017 г. Исследованиями охвачены акватории и побережье Таганрогского залива, Азовского и Чёрного морей, а также прибрежные территории и лиманы Таманского полуострова. В пролетный период здесь концентрируются значительные количества водоплавающих и околоводных птиц, а в зимний период авифауна Азовского моря представлена немногочисленным количеством видов птиц, связанных с акваторией.

Массовая гибель перелетных морских видов птиц ежегодно происходит в конце осени в период массового пролета в рыболовных сетях жаберного типа, а также в начале зимовки, часто перед льдообразованием. В этих условиях зарегистрирована элиминация морских видов птиц азово-черноморского бассейна [Матишов, Савицкий, 2012]. Также морские птицы страдают от нефтяного загрязнения [Матишов и др., 2013].

Малый буревестник *Puffinus puffinus* является типично морским видом, проводящим большую часть своей жизни в море, изредка появляясь на побережье. Поэтому регистрации этого вида во время проведения береговых исследований носят отрывочный характер и не позволяют оценить численность этого вида в российском секторе Чёрного моря. Малый буревестник встречался одиночно, небольшими группами и огромными стаями до 1000 особей. Каждый раз малые буревестники во время кормежки встречались совместно с дельфинами, которые в этот момент охотились за рыбой. В Чёрном море птицы были спутниками белобочки *Delphinus delphis* и афалины *Tursiops truncatus*. В Азовском море – азовки *Phocoena phocoena* [Савицкий, 2013в].

Поморники являются обычными видами для арктических морей, в период миграций встречаются в других регионах. За весь период наблюдений были зарегистрированы большой (*Stercorarius skua*), средний (*S. pomarinus*) и короткохвостый (*Stercorarius parasiticus*) поморники [Лебедева, Савицкий, 2006; Савицкий, 2007].

Моевка *Rissa tridactyla* является обычным арктическим видом. Первая регистрация в азово-черноморском бассейне относится к 2007 г., когда были встречены 2 молодые особи [Динкевич, Савицкий, 2008]. В дальнейшем во время морских судовых учетов птицы регулярно встречались в разные сезоны от 2 до 12 особей. Все встреченные птицы являлись молодыми особями, взрослых птиц не отмечено.

В результате экспедиционных исследований удалось выяснить видовой состав и распределение морских видов птиц на акваториях Азовского и Чёрного морей. Таким образом, изучение птиц морских акваторий с судна имеет огромные преимущества перед обычными береговыми учетами птиц, позволяя наиболее объективно оценить современное состояние морских видов птиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алфераки С.Н. Птицы Восточного Приазовья // Орнитологический вестник. 1910. № 1–4.
- Динкевич М.А., Савицкий Р.М. Работа Северокавказской орнитофаунистической комиссии в 2008 г. Моевка (*Rissa tridactyla*) // Стрепет. 2008. Т. 6. Вып. 2. С. 109.
- Зубакин В.А. О социальной организации морских птиц // Методы и теоретические аспекты исследования морских птиц: мат-лы 5-й Всерос. школы по морской биологии (г. Ростов-на-Дону, 25–27 октября 2006 г.). Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2007. С. 180–202.
- Лебедева Н.В., Савицкий Р.М. Поморники в бассейне Азовского моря и Причерноморье // Вестник Южного научного центра. 2006. Т. 2. № 4. С. 76–79.
- Лебедева Н.В., Савицкий Р.М. Состав и распределение птиц в условиях замерзания Азовского моря в период начала весенней миграции // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна и Керченского пролива. Т. VII. Апатиты: КНЦ РАН, 2005. С. 291–296.
- Матишов Г.Г., Инжебейкин Ю.И., Савицкий Р.М. Воздействие на среду и биоту аварийного разлива нефтепродуктов в Керченском проливе в ноябре 2007 г. // Водные ресурсы. 2013. Т. 40. № 3. С. 259–273.
- Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Степаньян О.В., Лебедева Н.В., Инжебейкин Ю.И., Поважный В.В., Кренева К.В., Ковалева Г.В., Соьер В.Г., Савицкий Р.М., Калинин Б.Д., Липкович А.Д. Комплексные экосистемные исследования Азовского моря в зимний период (2003–2006 гг.). Ледокольные экспедиции и береговые наблюдения. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. 100 с.
- Матишов Г.Г., Савицкий Р.М. Элиминация водоплавающих видов птиц в Азовском море // Вестник Южного научного центра. 2012. Т. 8. № 3. С. 50–54.
- Ригельман А.И. Ведомость и географическое описание крепости Св. Димитрия Ростовского с принадлежащими и прикосновенными к ней местами, сочиненная по Указу Правительствующего Сената 1768 г. // Ростов-на-Дону 150 лет назад. Ростов н/Д, 1918. С. 8–55.
- Савицкий Р.М. Авифауна Азовского моря и Восточного Приазовья в современный период // Птицы северных и южных морей России: фауна, экология. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2013а. С. 215–231.

Савицкий Р.М. Видовой состав и распределение морских птиц на акватории Чёрного моря // Птицы северных и южных морей России: фауна, экология. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2013б. С. 210–215.

Савицкий Р.М. Поморники Азовского моря // Орнитология. 2007. Вып. 34. С. 100–101.

Савицкий Р.М. Характер пребывания левантского буревестника *Puffinus yelkouan* на юге России // Русский орнитологический журнал. 2013в. Т. 22. № 910. С. 2244–2248.

НОВЫЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ OLED НА ОСНОВЕ 2-[1-(НАФТИЛ-2-ОКСИ)ВИНИЛ]ХИНОЛИНОВ

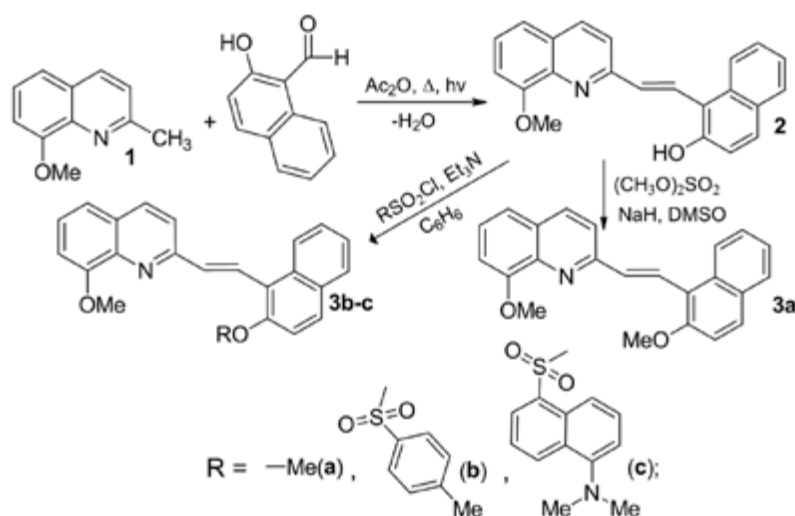
Д.А. Светличный

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
dmitrydas@gmail.com

В качестве электропроводящих и светоизлучающих материалов, применяемых для создания тонкопленочных полупроводниковых структур органических светоизлучающих диодов (OLEDs – organic light emitting diodes), активно используются металлокомплексы, построенные на основе производных 8-гидроксихинолина.

Сам 8-гидроксихинолин слабо флуоресцирует из-за фотоиницированного внутримолекулярного переноса протона в возбужденном состоянии ESIPT (excited-state intramolecular proton transfer)-процесса, а связывание его с металлами или образование эфиров по гидроксильной группе блокирует данный перенос, восстанавливая флуоресценцию, что широко используется в исследовательской практике. Поскольку электронные π - π^* переходы в 8-гидроксихинолине и его производных существенно зависят от электронных характеристик заместителей в хинолиновом кольце, то с помощью химической модификации можно осуществлять тонкое регулирование оптических параметров, а также электронных и дырочных транспортных свойств этих соединений. Кроме того, введение заместителей в этот лиганд, например, стирильных групп, способствует увеличению термической стабильности его металлокомплексов и повышению их растворимости в органических средах.

Для расширения круга подобных соединений и изучения их спектрально-люминесцентных свойств мы ввели в молекулу нафтильный фрагмент с метильным, тозилльным и дансильным заместителями.



Реакцией конденсации 2-метилхинолина (1) с 2-оксинафтаальдегидом в уксусном ангидриде получена новая 8-гидроксихинолиновая лигандная система (2) с [2-(гидрокси-1-нафтил)]винильным заместителем во втором положении хинолинового кольца. С целью блокировки ESIPT-процесса синтезированы с хорошими выходами ее метильное (3a), тозилльное (3b) и дансильное (3c) производные.

Строение вновь полученных соединений установлено с помощью элементного анализа, ИК-, УФ-, ЯМР¹H-, ¹³C-спектроскопии были изучены их спектрально-люминесцентные свойства. Так, стирилхинолин (**2**) люминесцирует в сине-зеленой области видимого спектра ($\lambda_{\text{max}}^{\text{fl}} = 472\text{--}495$ нм) с довольно низкими ($\phi = 0,001$) квантовыми выходами из-за внутримолекулярного переноса протона (ESIPT-процесса) с гидроксильной группы нафтильного фрагмента на атом азота хинолинового цикла в возбужденном состоянии, в то время как их метильные (**3a**), тозильное (**3b**) и дансильное (**3c**) производные, в которых данный процесс блокирован, интенсивно излучают в более коротковолновой области ($\lambda_{\text{max}}^{\text{fl}} = 430\text{--}480$ нм, $\phi = 0,04\text{--}0,31$). Наилучший квантовый выход флуоресценции ($\phi = 0,31$) показало тозильное производное (**3b**), что в сочетании с хорошей устойчивостью на фотодеграцию делает его перспективным светоизлучающим материалом для OLED.

МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ ДЕЛЬТЫ р. ДОН

В.В. Стахеев, Н.В. Панасюк

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
stacheev@ssc-ras.ru

Дельта р. Дон – уникальное природное образование. Эта территория обладает двумя особенностями, направленными влияющими на видовое разнообразие обитающих здесь животных. С одной стороны, в дельте р. Дон на довольно ограниченной территории представлено значительное богатство биоценозов. С другой – в определенной степени это островная система, ограниченная от материковой части с севера р. Мертвый Донец, с юга – руслом р. Дон.

Изучение фауны и населения мелких млекопитающих рассматриваемой территории в большой степени связано с наличием в дельте Дона природных очагов целого ряда зоонозов, и в первую очередь туляремии [Романова и др., 1955; Яковлев, 1955; Налетов, 1991 и нек. др.]. Отдельные отрывочные сведения можно найти в работах В.А. Миноранского [1991, 2004 и др.] и некоторых других.

Согласно сведениям упомянутых авторов, в дельте Дона и прилегающих территориях отмечено 14 видов мелких мышевидных млекопитающих: 4 вида насекомоядных и 10 видов грызунов (табл. 1). Отметим, что большинство исследователей не разделяли комплекс видов, обитающих непосредственно в дельте Дона и на прилегающих «материковых» территориях.

Таблица 1

НАСЕКОМОЯДНЫЕ И ГРЫЗУНЫ, ОБИТАЮЩИЕ В ДЕЛЬТЕ ДОНА И НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ (ПО ДАННЫМ ЛИТЕРАТУРЫ)

Вид	Источник	
	Романова и др., 1955	Миноранский, 2004
1	2	3
Обыкновенная бурозубка <i>Sorex araneus</i>	+	+
Малая бурозубка <i>S. minutus</i>	–	+
Малая белозубка <i>Crocidura suaveolens</i>	+	+
Белобрюхая белозубка <i>C. leucodon</i>	–	+
Лесная мышовка <i>Sicista betulina</i>	+	+
Степная мышовка <i>S. subtilis</i>	+	+
Лесная мышь <i>Apodemus sylvaticus</i>	+	+
Мышь-малютка <i>Micromys minutus</i>	+	+

1	2	3
Домовая мышь <i>Mus musculus</i>	+	+
Курганчиковая мышь <i>M. spicilegus</i>	?	+
Серая крыса <i>Rattus norvegicus</i>	+	+
Серый хомячок <i>Cricetulus migratorius</i>	+	+
Обыкновенная полевка <i>Microtus arvalis</i> s.l.	+	+
Водяная полевка <i>Arvicola amphibius</i>	+	+

Необходимо сделать несколько замечаний по приведенному видовому списку.

1. Вызывает сомнение обитание в дельте Дона белобрюхой белозубки, которую в качестве обычного вида приводит В.А. Миноранский [2004]. До сих пор неизвестно ни единой достоверно типированной находки *C. leucodon* на территории Ростовской области. По всей видимости, автор неверно идентифицировал малых белозубок, обладающих определенными цветовыми aberrациями.
2. С применением молекулярных маркёров нами показано, что в дельте Дона обитает мышовка Штранда *Sicista strandi* – вид-двойник лесной мышовки.
3. Прежний политипический вид лесная мышь *Apodemus sylvaticus* s.l., согласно современным данным [Стахеев и др., 2011], в дельте Дона представлен двумя таксонами – малая лесная мышь *Sylvaemus uralensis* и обыкновенная лесная мышь *S. sylvaticus*.
4. Обыкновенная полевка *Microtus arvalis* s.l. разделена в настоящее время на группу видов [Мейер и др., 1996]. По представлению В.А. Миноранского [2004], в дельте Дона обитает обыкновенная полевка *Microtus arvalis* s.str. и может встречаться восточноевропейская полевка *Microtus rossiaemeridionalis*. Проведенные нами кариологические исследования показывают, что на рассматриваемой территории встречается только последний из упомянутых видов.

В качестве анализируемого материала помимо литературных сведений нами использованы данные полевых работ в период с 2007 г. Отлов мелких млекопитающих проводился по методике ловушко-линий [Новиков, 1949], как с использованием ловушек Геро, так и живоловушек системы Н.А. Щипанова [Щипанов, 1987].

За период исследования были отловлены представители 11 видов мелких млекопитающих: 3 вида насекомых и 8 видов грызунов (табл. 2). Для сравнения нами отдельно охарактеризованы териокомплексы дельты р. Дон, правого и левого берега р. Дон.

Таблица 2

**СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ И БИОТОПИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ
МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ДЕЛЬТЫ ДОНА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ**

	Дельта Дона			Правый берег			Левый берег
	1	2	3	1	2	3	1
<i>Sorex araneus</i>	4,3	4,3	12,3	10,4	4,6	5,1	2,4
<i>S. minutus</i>	2,1	2,1	3,1	1,3		3,4	4,8
<i>Crocidura suaveolens</i>			18,5	15,6	9,2	10,2	11,9
<i>Sicista strandi</i>							
<i>Sylvaemus uralensis</i>	36,2	36,2	21,5	18,2	53,8	15,3	47,6
<i>S. sylvaticus</i>			12,3				
<i>Mus musculus</i>	2,1	2,1	1,5	3,9	18,5		11,9
<i>M. spicilegus</i>							
<i>Micromys minutus</i>							14,3
<i>Cricetulus migratorius</i>					3,1	10,2	
<i>Microtus rossiaemeridionalis</i>	55,3	55,3	30,8	50,6	10,8	55,9	7,1

Примечания: 1 – луговые, 2 – древесно-кустарниковые, 3 – степные биотопы.

Мелкие млекопитающие дельты р. Дон. В дельте р. Дон обследованы основные типы станций: луговые биотопы (включая обваловки каналов), степные участки на аллювиальных песках, древесно-кустарниковые насаждения. Непосредственно в дельте отловлены все виды млекопитающих, обитающих в этом регионе, за исключением серого хомячка и степной мышовки. Последний вид не отлавливался в регионе уже на протяжении трех десятилетий.

В луговых станциях доминирует восточноевропейская полевка, малая лесная мышь является субдоминантом. Прочие виды немногочисленны и отлавливаются единично. Кроме этих видов, в этом биоценозе отмечена мышь-малютка. По-видимому, упрощенность комплекса мелких млекопитающих, населяющих эти типы станций в дельте Дона, связана с периодическим их подтоплением вследствие паводковых и нагонных явлений.

Структура населения древесно-кустарниковых биотопов несколько сложнее. В качестве доминантов в этом типе местообитания можно выделить восточноевропейскую полевку, малую лесную мышь, малую белозубку и обыкновенную бурозубку. На отдельных участках в древесных насаждениях малую лесную мышь сменяет *S. sylvaticus*.

В степных станциях, располагающихся в дельте Дона на аллювиальных песках, выражено доминирует восточноевропейская полевка. Субдоминантами являются малая белозубка и обыкновенная лесная мышь. Необходимо отметить, что здесь встречается и такие виды, как курганчиковая мышь и мышовка Штранда. Последняя известна по единичной находке. Однако выявление зверьков этого вида требует применения специальных методик отлова (использование ловчих конусов и цилиндров).

Мелкие млекопитающие правого берега р. Дон. На правом берегу Дона, на территориях, прилегающих к дельте, население луговых и степных участков является схожим. Здесь выражено доминирует восточноевропейская полевка. В качестве основных субдоминантов выступают малая белозубка и малая лесная мышь. В луговых станциях на этой территории заметную долю в населении мелких млекопитающих играет обыкновенная бурозубка, а в степных ее роль значительно менее выражена. В то же время в степи появляется серый хомячок, который хотя и немногочислен, но играет важную роль в облике населения мелких млекопитающих этого типа местообитаний. Необходимо отметить, что на степных участках встречается курганчиковая мышь, которая здесь местами многочисленна.

В древесно-кустарниковых биотопах на правобережье доминирует малая лесная мышь. Субдоминанты – домовая мышь, восточноевропейская полевка и малая белозубка. Обращает на себя внимание большая доля в населении мелких млекопитающих коренного берега домовая мышь, что в первую очередь связано со значительной степенью антропогенной трансформации этой территории.

Мелкие млекопитающие левого берега р. Дон. На левом берегу р. Дон были обследованы луговые участки в пойме р. Кагальник. Здесь доминирующим видом является малая лесная мышь, в отличие от восточноевропейской полевки, доминирующей на других изученных участках. Субдоминантами являлись домовая мышь, малая белозубка, мышь-малютка и в меньшей степени восточноевропейская полевка.

Как видно из представленных данных, структура териокомплексов дельты Дона и прилегающих к ней территорий структурно несколько различается. Однако по составу фауны мелких мышевидных млекопитающих дельта Дона практически идентична соответствующим биотопам правого берега р. Дон. На левом берегу р. Дон на сопредельных участках отсутствуют обыкновенная лесная мышь *Sylvaeus sylvaticus* и курганчиковая мышь *Mus spicilegus*.

Полученные сведения говорят о независимом функционировании популяций млекопитающих на всех трех рассмотренных нами территориях – дельты Дона и побережий. А связь между комплексами мелких млекопитающих правого берега и дельты Дона с одной стороны и левого берега, по всей видимости, отсутствует.

Необходимо отметить, что мелкие млекопитающие являются основными носителями возбудителей ряда зоонозов, очаги которых расположены в низовьях Дона и в дельте в частности. Это туляремия, лептоспироз, лайм-боррелиоз, ГЛПС и некоторые другие. Изолированность популяций мелких млекопитающих дельты р. Дон и левобережья Дона позволяет предполагать и соответствующую структурированность и особенности функционирования находящихся здесь природных очагов зоонозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Мейер М.Н., Голенищев Ф.Н., Раджабли С.И., Саблина О.В. Серые полевки (подрод *Microtus*) фауны России и сопредельных территорий. СПб.: Зоологический институт РАН, 1996. 364 с.

Миноранский В.А. Наземные животные дельты Дона: Сообщ. 2. Позвоночные // Известия СКНЦ ВШ. Естеств. науки. 1991. № 4. С. 33–44.

Миноранский В.А. Уникальные экосистемы: дельта Дона (природные ресурсы и их сохранение). Ростов н/Д: Изд-во ООО «ЦВВР», 2004. 243 с.

Налетов В.Г. Природный очаг туляремии дельты реки Дон в условиях интенсивного освоения территории: автореф. дис. канд. биол. наук. Саратов, 1991. 25 с.

Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. М.: Советская наука, 1949. 602 с.

Романова В.П., Боженко В.П., Яковлев М.Г. Материалы изучения пойменного туляремийного очага // Природная очаговость болезней человека и краевая эпидемиология. М.: Медгиз, 1955. С. 83–89.

Стахеев В.В., Богданов А.С., Водолажский Д.И. Уточнение видового состава лесных мышей рода *Sylvaeemus* на территории Ростовской области посредством кариологического, аллозимного и молекулярно-генетического анализов // Генетика. 2011. Т. 47. № 5. С. 660–670.

Щипанов Н.А. Универсальная живоловка для мелких млекопитающих // Зоол. журн. 1987. Т. 66. № 5. С. 759.

Яковлев М.Г. Грызуны природного очага туляремии в дельте Дона: автореф. канд. биол. наук. Ростов н/Д, 1955. 20 с.

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ МАЛАКОФАУНЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Т.А. Янина, А.А. Свиточ

МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, г. Москва
didacna@mail.ru

Малакофауна – важная составляющая экосистемы Каспийского моря. Биоразнообразие моллюсков определяется географическим положением бассейна, параметрами его среды (в первую очередь температурой и соленостью воды; в районах, где колебания солености и температуры незначительны, к основным факторам распространения моллюсков относятся характер грунта и связанные с ним геохимические процессы) и историей его развития. Существенный вклад в структуру биоразнообразия вносит антропогенный фактор, причем его влияние впервые сказалось на малакофауне Каспия уже в первой половине голоцена. В настоящее время оно лишь усиливается. Состав современных моллюсков представляет собой результат эволюционных процессов в плейстоценовых фаунах, происходивших в условиях климатических изменений и трансгрессивно-регрессивной ритмики Каспия. В новейшей (неоплейстоцен и голоцен) истории моря реконструировано развитие шести трансгрессивных бассейнов: бакинского, урунджикского, раннехазарского, позднехазарского, хвалынского и новокаспийского, осложненных в свою очередь стадиями, фазами и осцилляциями. Все они были разделены эпохами существования регрессивных бассейнов. Каждый водоем был охарактеризован своей неповторимой природной средой.

Большую часть неоплейстоцена Каспий был бессточным водоемом. Пятикратно: в позднебакинское время, дважды в раннехазарскую трансгрессивную эпоху, в позднехазарскую (гирканскую) и в раннехвалынскую трансгрессивные стадии возникал сток в бассейны Понта по Манычскому проливу. Приток черноморских вод в Каспий не зафиксирован. В эпохи крупных трансгрессий площадь Каспия увеличивалась в 2,5 раза по сравнению с современной, а уровень повышался до абсолютной отметки +50 м. Во время регрессий уровень Каспия опускался до отметок –100 (и ниже) м абс. Размах колебаний превышал 150 м. Каспийское море в течение неоплейстоцена представляло собой солонатоводный водоем с относительно небольшими колебаниями солености – не более 6–7 ‰ (за исключением лиманов и лагун). Отмечается закономерность: обширные трансгрессивные бассейны отличались несколько пониженной соленостью в целом для водоемов (с разным ее ходом внутри них: в Северном Каспии отмечалось увеличение солености в трансгрессивные эпохи, в котловинах Среднего и Южного Каспия – уменьшение). Небольшие трансгрессивные бассейны («малые трансгрессии») характеризовались самой высокой среди каспийских трансгрессий соленостью. Резкой смены условий солености в бассейнах не было. В температурном отношении в Каспии выделялись «холодные» и «теплые» трансгрессии. «Холодными» были бакинский, раннехазарские и раннехвалынский обширные трансгрессивные бассейны; «теплыми» – «малые» трансгрессии, осложнявшие крупные регрессивные эпохи: урунджикская, позднехазарская, новокаспийская. Более теплыми были поздние стадии трансгрессивных эпох: позднебакинский, поздний раннехазарский, позднехвалынский бассейны. «Холодные» трансгрессивные бассейны отличались пониженной соленостью.

Каспийские бассейны в плейстоцене были заселены солоноватоводной фауной немногочисленных родов: среди двусторчатых моллюсков два семейства – кардииды (четыре рода) и дрейссены (один род). Кардииды являются каспийскими автохтонами. В приустьевых районах была велика примесь пресноводных элементов. Лишь в голоцене в Каспии распространился эвригалинный средиземноморский вид *Cerastoderma glaucum*. Солоноватоводные моллюски рода *Didacna* Eichwald в каспийских бассейнах обладали высокой скоростью видообразования и значительной изменчивостью. Изучение особенностей и закономерностей пространственно-временного распространения раковин моллюсков в разрезе неоплейстоцена и голоцена Каспия показало, что малакофауна представляет сложную иерархическую систему фаунистических сообществ разного таксономического состава и ранга: фаун, комплексов и подкомплексов, установленных согласно строго определенным критериям. Основу неоплейстоценовой и голоценовой малакофауны Каспийского региона составляют 74 вида и подвида рода *Didacna* Eichwald. Представители *Monodacna*, *Adacna*, *Hypanis*, *Dreissena* являются сопутствующими видами широкого временного диапазона [Янина, 2012].

В настоящее время моллюски рода *Didacna* обитают лишь в Каспийском море. Первыми обстоятельными сведениями о них мы обязаны работам О.А. Гримма [1876, 1877]. Среди зообентоса Каспийского моря он отметил *Didacna trigonoides*, *D. pyramidata*, *D. baeri*, *D. longipes*, *D. barbotdemarnyi*, *D. catillus* и *D. pseudocatillus* и дал картину их распределения по глубинам. По данным Б.М. Логвиненко и Я.И. Старобогатова [Атлас ... 1968], в современном Каспии обитает 8 видов дидакн, из которых 2 представлены подвидами.

Малакофаунистический анализ показал, что в течение неоплейстоцена, несмотря на трансгрессивно-регрессивную ритмику Каспия значительной амплитуды, родовой состав моллюсков оставался неизменным. В основном происходили эволюционные изменения на видовом и подвидовом уровне в составе рода *Didacna* Eichwald – каждому каспийскому бассейну отвечал уникальный состав дидакн. И лишь в голоценовом новокаспийском бассейне отмечается широкое расселение морского вида *Cerastoderma glaucum* – характерная черта фаунистического состава, отличающая его от всех неоплейстоценовых бассейнов Каспия.

Появление морского вида *Cerastoderma glaucum* существенно повлияло на фаунистический облик бассейна. Малакофаунистические исследования голоценовых отложений разных районов Каспийского региона показали первое появление этого вида в осадках новокаспийской трансгрессии и его постепенное распространение и увеличение численности. Убедительных доказательств путей проникновения вида из Чёрного моря в Каспий нет. Геологических, геоморфологических и палеонтологических доказательств функционирования Манычского пролива между Понтом и Каспием в послехвалынскую эпоху в настоящее время не существует. Авторы склоняются к предположению, что *Cerastoderma glaucum* проникли в эпоху максимального развития новочерноморской трансгрессии Понта, когда в долине Западного Маныча существовал морской залив, заселенный этими моллюсками, а в Манычской депрессии – ряд остаточных соленых озер. Из морского залива по цепочке озер, очевидно, не без помощи человека, употребляющего эти моллюски в пищу, а также использующего их для ритуальных целей (одним из авторов определялись образцы раковинного материала из археологических раскопок, в них господствовали церастодермы), этот эврибионтный вид попал в новокаспийский бассейн. Влияние его на каспийскую фауну было существенным: например, все фации новокаспийских отложений сводного разреза каспийского голоцена Турали (дагестанское побережье) с разной степенью насыщенности содержат раковины этого вида [Янина, 2012]. Таким образом, уже в первой половине голоцена в Каспии произошло увеличение количества таксонов за счет биологической инвазии средиземноморского вида *Cerastoderma glaucum*. Существенные изменения произошли в количественном распределении таксонов: постепенное увеличение количества особей *Cerastoderma glaucum* и уменьшение каспийских эндемиков рода *Didacna*.

В составе новокаспийской фауны выделяются два комплекса: новокаспийский с преобладанием *Didacna crassa*, *D. trigonoides* и *Cerastoderma* и современный, характеризующийся развитием *Mytilaster lineatus* и *Abra ovata*. Новокаспийские (голоценовые) комплексы, в отличие от неоплейстоценовых, смена которых во времени вызвана изменением условий водной среды, отражают смену биотических условий бассейна – вселение черноморских видов *Mytilaster lineatus* и *Abra ovata*. Первый занесен в Каспийское море случайно при переборке судов из Азово-Чёрноморского бассейна во время Гражданской войны в начале XX в., впервые зафиксирован в Каспии в 1928 г. Обладая сходными с *Dreissena* требованиями к субстрату, появление *Mytilaster* привело к вымиранию *Dreissena caspia* и оттеснению *Dr. polymorpha andrusovi* в районы с пониженной соленостью, не доступные конкурентам. Эвригалинный морской вид *Abra ovata* акклиматизирован в Каспии в 1947 г. с целью улучшения кормовой базы осетровых рыб [Абдурахманов и др., 2002]. В настоящее время в донных биоценозах Каспия часто доминируют *Abra ovata*, *Mytilaster lineatus*, *Cerastoderma glaucum*, все они имеют средиземноморское происхождение. Инвазийные виды и виды-акклиматизанты внесли гораздо более существенные изменения в структуру биоразнообразия (уничтожая, вытесняя либо подавляя аборигенные виды), чем это вызвано природными факторами.

Особой зоной обитания моллюсков, характеризующейся стыком пресных и солоноватых вод, является дельта Волги. Дельта Волги и предустьевое пространство Каспия заселено пресноводными *Unio pictorum*, *Anodonta*

complanata, *Viviparus viviparus*, *Valvata piscinalis*, *Sphaerium corneum*, *Pisidium amnicum*, *Dreissena polymorpha*, *Theodoxus pallasii*, солоноватоводными *Monodacna edentula*, *M. caspia*, *Hypanis plicatus*, *Adacna vitrea* и *Ad. laeviuscula*. На границе солоноватоводной зоны, с общей соленостью 0,9–2,3 ‰, ряд пресноводных видов выпадает. В солоноватоводной зоне до изогалины примерно 6 ‰ живут *Dreissena polymorpha*, *Monodacna edentula*, *Adacna laeviuscula*, *Theodoxus pallasii*. Протоки и рукава дельты богаты каспийской фауной. Живущие здесь каспийские виды обладают значительной эвригалинностью (выносят колебания солености от 0,3–0,4 до 12–13 ‰ при каспийском составе солей) и в большей или меньшей степени оксифильны: *Monodacna*, *Adacna*, *Hypanis*. Малакофаунистический анализ неоплейстоценовых и голоценовых отложений дельты Волги также показал вклад в структуру биоразнообразия ее бассейнов антропогенного фактора. В голоцене разнообразие моллюсков дельты Волги складывалось из тех же элементов фауны, что и ныне. Исключением являются виды азово-черноморского происхождения *Monodacna colorata*, *Hydrobia ventrosa*, *Dreissena bugensis*, чье появление в дельте обязано антропогенному фактору в прошлом веке. Наблюдения за *Dreissena bugensis*, впервые зарегистрированной в дельте Волги в 1994 г. в виде самовоспроизводящихся популяций, показывают, что этот вид активно вытесняет полиморфную дрейссену [Абдурахманов и др., 2002].

Выводы. Биоразнообразие малакофауны Каспийского моря в новейший этап его развития (неоплейстоцен и голоцен, последние 780 тыс. лет) определялось параметрами водной среды бассейнов. Наиболее ярко изменение таксономического состава, носившего эволюционный характер, видового и количественного разнообразия моллюсков проявилось в результате колебаний уровня высшего порядка – трансгрессий и регрессий Каспия. Изменения в составе фаунистических комплексов и подкомплексов, вызванные колебаниями уровня моря более низкого порядка, носили обратимый (миграционный) характер. Биоразнообразие водоемов дельты Волги определялось теми же элементами, что и в современной дельте (за исключением азово-черноморских вселенцев) и носило миграционный характер.

В голоцене существенный вклад в структуру биоразнообразия новокаспийского бассейна и водоемов дельты Волги внес антропогенный фактор. В первой половине голоцена в Каспии произошло увеличение количества таксонов за счет биологической инвазии средиземноморского вида *Cerastoderma glaucum*. Существенные изменения произошли в количественном распределении таксонов: постепенное увеличение количества особей *Cerastoderma glaucum* и уменьшение каспийских эндемиков рода *Didacna*. На современном этапе развития фауны имели место биологическая инвазия средиземноморского вида *Mytilaster lineatus* и акклиматизация средиземноморского вида *Abra ovata*. К настоящему времени эти три вида часто стали господствующими в составе донных биоценозов Каспия. Биологическая инвазия азово-черноморских моллюсков *Monodacna colorata*, *Hydrobia ventrosa*, *Dreissena bugensis* в водоемы дельты Волги также привела к изменению структуры их биоразнообразия с активным завоеванием господствующих позиций.

Инвазийные виды и виды-акклиматизанты внесли гораздо более существенные изменения в структуру биоразнообразия, чем это вызвано природными факторами. Очевидно, в результате эволюционного развития от малого числа родственных видов каспийские автохтоны стали обладать универсальными качествами, но слабой специализацией видов, что обеспечило стабильность и относительную устойчивость сообществ к изменениям факторов среды, но сделало их неконкурентоспособными к морским вселенцам.

Естественные экосистемы претерпели антропогенную трансформацию, причем в историческое время наблюдается не только быстрое изменение биоразнообразия, но и необратимое изменение водных экосистем. В настоящее время важнейшей в распределении отдельных видов моллюсков в бассейне стала роль антропогенного фактора.

Для каспийских эндемиков фактический ареал распространения много меньше, чем их потенциальный ареал, что является важной особенностью современного биоразнообразия малакофауны Каспийского моря. Можно утверждать, что современное развитие малакофауны Каспия, приводя к кажущемуся увеличению биоразнообразия моллюсков за счет появления новых таксонов, на самом деле ведет к потере биоразнообразия на глобальном уровне, превращая уникальные экосистемы Каспия, сформированные за 780 тыс. лет его неоплейстоценовой истории, в подобие азово-черноморских.

Работа выполнена по проекту РНФ № 16-17-10103.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдурахманов Г.М., Карпюк М.И. и др. Современное состояние и факторы, определяющие биологическое и ландшафтное разнообразие Волжско-Каспийского региона России. М.: Наука, 2002. 415 с.
- Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М.: Пищевая промышленность, 1968. 415 с.
- Гримм О.А. Каспийское море и его фауна. Тетрадь 1 // Труды Арало-Касп. экспед. 1876. Вып. 2. 168 с. Тетрадь 2 // Труды Арало-Касп. экспед. 1877. Вып. 3. 105 с.
- Янина Т.А. Неоплейстоцен Понто-Каспия: биостратиграфия, палеогеография, корреляция. М.: МГУ, 2012. 264 с.

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Т. Янина¹, В. Сорокин¹, Ю. Безродных², Н. Болиховская¹, Б. Романюк²

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

²ООО «Моринжгеология», г. Рига, Латвия

geography@inbox.ru, officeRiga@morinzhgeologia.lv

Эволюция природной среды и ее отдельных компонентов в Северном Каспии в условиях глобальных климатических изменений рассмотрена для последнего климатического макроцикла (морские изотопные стадии, МИС, 5–2), являющегося ярким примером разномасштабных и разнознаковых изменений климата. Начало климатического макроцикла озаменовано межледниковьем, в палеогеографической схеме Европейской России – микулинским, о возрастных границах которого нет единого мнения. Значительная группа специалистов считает, что ему соответствует подстадия МИС 5e (130–115 тыс. л. н.), а подстадиям МИС 5d–5a отвечает раннеледниковье с похолоданиями в подстадии 5d и 5b, и интерстадиалами в подстадии 5c и 5a. По мнению других исследователей, межледниковье охватывает всю МИС 5 или ее большую часть. Позднеледниковье (14 700–11 700 кал. л. н.) характеризовалось короткопериодными колебаниями климата: потепление бёллинг и аллерёд 14 700–14 000 кал. л. н. (12 750–12 250 ¹⁴С л. н.) и 13 600–12 900 кал. л. н. (11 800–11 000 ¹⁴С л. н.), и сильное похолодание поздний дриас 12 900–11 700 кал. л. н. (11 000–10 300 ¹⁴С л. н.) [Walker et al., 2009; Velichko et al., 2011].

Событийная схема позднего плейстоцена Каспия включает позднехазарскую и хвалынскую трансгрессивные эпохи, разделенные ательской регрессией. Эволюция природной среды этого периода в разных аспектах рассматривается в большом количестве публикаций. Представления об истории Каспия базируются в основном на материалах изучения отложений побережий. Практически все вопросы палеогеографии бассейна, за исключением выделения крупных трансгрессивно-регрессивных этапов, остаются дискуссионными. В последние годы в связи с нефтепоисковыми работами на акватории Северного Каспия получены новые качественные сейсмоакустические данные и пробурено большое количество инженерно-геологических скважин, материалы которых дополняют или уточняют представления о развитии природной среды Северного Каспия в условиях разнознаковых и разномасштабных глобальных климатических событий. В основу работы положены результаты обработки двухчастотных сейсмоакустических профилей, позволившие стратифицировать разрез и провести пространственную корреляцию установленных литолого-стратиграфических границ осадочной толщи, и материалов статического зондирования, обеспечивших расчленение разреза по физико-механическим свойствам грунтов. С опорой на эти данные выполнено инженерно-геологическое бурение скважин на глубину до 80 м. Керн изучен литологическим, фаунистическим и палинологическим методами. Органический материал датирован радиоуглеродным методом в Московском и Санкт-Петербургском государственных университетах, в Институте географии РАН и в Lawrence Livermore National Laboratory, США.

Толща осадков Северного Каспия, отражающая последний климатический макроцикл (поздний плейстоцен), состоит из сеймостратиграфических комплексов, разделенных четкими отражающими горизонтами: верхнехазарский, ательский и хвалынский. По характеру внутренней структуры верхнехазарский и хвалынский комплексы разделяются на подкомплексы.

В основании верхнеплейстоценовой толщи осадков над четко выраженным регрессивным горизонтом с размывом залегает пачка песка мощностью до 2 м, обогащенная раковинным материалом, в составе которого *Didacna surachanica* и *D. nalivkini* – характерные виды позднехазарской фауны Каспия. Выше она сменяется песчанистой глиной мощностью до 4 м, переходящей в мощную 10-метровую толщу мелкозернистого песка с прослоями глины. Осадки содержат редкие раковины кардииид указанного выше состава, а также дрейссен. У кровли этой толщи повсеместно обособляется слой песчано-раковинного состава мощностью около 1 м, включающий прослойки сцементированного карбонатом песчано-раковинного грунта. В составе малакофауны *Didacna surachanica*, *D. nalivkini*, часто присутствуют *Corbicula fluminalis*. В палинологическом спектре (определения выполнены Н.О. Рыбаковой) пыльца древесных пород составляет (%) 1,8; пыльца травянистых растений 85,5; споры 12,7. В группе древесных обнаружено пыльцевое зерно *Betula*. Травянистые растения представлены пыльцой (%) *Artemisia* 9, *Chenopodiaceae* 54,5; *Gramineae* 1,8; *Compositae* 1,8; *Ranunculaceae* 16,3 и др. Группу спор составляют *Briales* (9 %) и *Sphagnum* (3,7 %). Комплекс осадков характеризует условия тепловодного мелководного и умеренно глубоководного трансгрессивного бассейна.

Выше залегают толща плотной глины мощностью более 10 м, содержащей прослойки и линзы песчано-раковинного материала. Преобладают *Dreissena rostriformis distincta*, *Didacna subcatillus*, встречаются *Dr. caspia*, *D. umbonata*, *D. cristata*, мелкие *D. parallella*. Фаунистический состав характерен для выделенного Г.И. Поповым [1983] в Северном Прикаспии гирканского горизонта. Палиноспектр отличается от позднехазарского, указывая на некоторое похолодание и увлажнение климата: пыльца древесных пород – 23 %, пыльца травянистых пород – 54 %, споры – 23 %. В группе пыльцы древесных *Pinus* sp. составляет 11 %, *Betula* – 9 %, *Alnus* – 1 %, *Corylus* – 2 %. Основная масса пыльцы травянистых растений представлена *Chenopodiaceae* (39 %), *Gramineae* (5 %), *Artemisia* (3 %), 7 % приходится на пыльцу разнотравья. Споры принадлежат зеленым мхам (*Bryales*, 17 %), сфагновым мхам (*Sphagnum*, 4 %) и многоножковым папоротникам (*Polypodiaceae*, 2 %). Отложения отвечают трансгрессии с более высоким уровнем, чем позднехазарская. Присутствие в осадках бассейна вида *Corbicula fluminalis* свидетельствует о тепловодности Северного Каспия. Таким образом, после позднехазарского бассейна, существовавшего в условиях жаркого климата, в Каспии в условиях некоторого похолодания и увлажнения развивался гирканский трансгрессивный бассейн. Радиоуглеродные датировки раковин моллюсков получены AMS-методом в Lawrence Livermore National Laboratory (США). Даты лежат в диапазоне от 47 до > 55 тыс. лет.

Отложения гирканского трансгрессивного бассейна перекрываются ательским регрессивным горизонтом, четко проявляющимся врезам под подошвой хвалыньских отложений. Толща имеет неоднородный литологический состав: чередуясь, в ней залегают суглинки, супеси, глины, содержащие закисное железо в виде гидротроилита, включения и послойные скопления растительного детрита, раковины пресноводных моллюсков *Unio* sp., *Dreissena polymorpha polymorpha*, *Valvata piscinalis*, *Theodoxus pallasii*, *Limnea stagnalis*, а также наземных гастропод. Результаты палинологического анализа свидетельствуют о перигляциальных условиях накопления ательских осадков [Bolikhovskaya et al., 2016]. ¹⁴C датировки получены по гуминовым кислотам, выделенным из ательских отложений, заполняющих палеоврезы: 36680 ± 850–40830 ± 100, калиброванный возраст 41191 ± 750 – 44390 ± 180 лет.

Перекрываются ательские образования сложно построенной толщей хвалыньских осадков. В ее основании залегают слой ракушечных и ракушечно-песчаных отложений от 2,5 до 5,0 м мощностью. В составе фауны преобладают *Didacna subcatillus*, встречаются *Didacna zhukovi*, *D. parallella*, *Monodacna caspia*, многочисленны дрейссены. Радиоуглеродные даты лежат в интервале от 27200 ± 340 до 31600 ± 420 лет, калиброванный возраст от 33860 ± 1490 до 36580 ± 340 лет. Отложения характеризуют мелководный умеренно тепловодный бассейн, начальную стадию хвалыньской трансгрессии. Над ними залегают 8–10-метровая толща морских глин с прослоями песка разной мощности, свидетельствующая о развитии трансгрессии. Она включает нижнехвалыньские раковины *Didacna protracta protracta*, *D. protracta submedia*, *D. subcatillus*, *Dreissena rostriformis distincta*, *Dreissena rostriformis compressa*, свидетельствующие о глубоководной стадии хвалыньской трансгрессии.

Глины перекрываются слоем преимущественно песчаных осадков мощностью до 8 м, свидетельствующих о снижении уровня хвалыньского бассейна. Радиоуглеродные датировки лежат в интервале от 21900 ± 320 до 19325 ± 175 л.н. Выше песчаной толщи залегают маломощный супесчаный слой мощностью до 2 м. В его основании в составе ракушечного материала присутствуют *Didacna protracta protracta*, *D. subcatillus*, *Hypanis plicatus*, *Dreissena rostriformis distincta*. Осадки характеризуют кратковременный подъем уровня хвалыньского бассейна. Над ним с размывом залегают глины мощностью около 5 м, включающие раковины хвалыньских моллюсков *Didacna protracta*, *D. parallella*, *D. ebersini*, *Monodacna caspia*, разнообразные *Dreissena*. Литологический и фаунистический состав осадков характеризует сравнительно глубоководный бассейн и свидетельствует о трансгрессивной стадии хвалыньского моря. Радиоуглеродные датировки раковин моллюсков, залегающих в основании слоя, лежат в интервале от 16650 ± 100 до 16075 ± 120 л.н. Пачка глин перекрывается слоем преимущественно песчаного состава, включающего обычно мелкие *Didacna parallella*.

Залегающий выше комплекс осадков характеризуется частым наклонным и хаотичным положением прерывистых отражающих горизонтов. Они представляют собой пачку дельтовых песков, глинистых и алевроитово-глинистых илов, сформированных в мелководных условиях регрессирующего Каспия. Ее мощность изменяется от 1–2 до 10 м. Отложения включают мелкие раковины *Didacna parallella*, *D. praetrigonoides*, *Hypanis plicatus*, *Micromelania caspia*, многочисленные обломки неопределимых раковин. Над ним залегают комплекс отложений, сформированных в период мангышлакской регрессии. На сейсмоакустических профилях четко выражены палеодепрессии, в керне скважин они выражены слабо консолидированными глинами, торфом, сапропелем, алевроитово-песчаными осадками, часто включающими растительный детрит, раковины пресноводных и наземных моллюсков. Радиоуглеродный возраст осадков, заполняющих палеопонижения, находится в интервале 9860–6350 лет.

Таким образом, в толще верхнеплейстоценовых отложений Северного Каспия зафиксированы трансгрессивно-регрессивные события бассейна, позволяющие более полно реконструировать историю развития Каспия в позднем плейстоцене и выявить ее связь с глобальными изменениями климата.

На климатические события первой половины позднего плейстоцена, МИС 5, Каспий отреагировал развитием двух тепловодных трансгрессивных бассейнов – позднехазарского и гирканского. Климатические условия эпохи гирканской трансгрессии, хотя и были прохладными по сравнению с позднехазарской, отвечали межледниковым. Это заключение в дискуссионном вопросе об эемском межледниковье позволяет нам поддержать точку зрения исследователей о продолжительной и неоднородной по своей структуре межледниковой эпохе («Eemian sensu lato»). По мере приближения к максимуму ледниковой (калининской) стадии MIS 4 в условиях холодного сухого климата гирканский бассейн регрессировал. Стадии МИС 4 и начальным фазам межстадиального потепления МИС 3 в Каспии отвечала ательская регрессия.

Развитие глобального межстадиального потепления, приведшее к увеличению приходной составляющей водного баланса Каспия за счет значительного усиления стока с водосборного бассейна, отразилось поднятием уровня ательского озера и развитием первой стадии хвалынской трансгрессии. Трансгрессивный ход уровня был прерван (эльтонская регрессия) в эпоху максимального похолодания и иссушения ледниковой (осташковской) стадии МИС 2. В эпоху деградации оледенения развитие хвалынской трансгрессии возобновилось.

Яркие климатические события позднеледниковья – фазы потепления беллинг и аллеред, вызвавшие активное таяние покровного оледенения и широко развитой в Волжском бассейне многолетней мерзлоты, нашли отклик в развитии трансгрессивной стадии хвалынского бассейна. В волжской эстуарии которого, а также в понижениях дохвалынского рельефа в Северном Каспии шло накопление толщи «шоколадных» глин. Фазы значительного похолодания – древний, средний и молодой дриас, характеризовавшиеся уменьшением объема стока с водосборной территории Каспия, отразились регрессивными стадиями в истории хвалынского бассейна. Наиболее значительная из них отвечала эпохе Younger Dryas. Свое завершение хвалынская трансгрессия получила в фазу первого резкого потепления климата (вызвавшего подъем уровня Каспия), по которому проводится граница плейстоцен/голоцен. Развитие мангышлакской регрессии относится уже к голоцену и является откликом Каспия на континентализацию климатических условий его бореального периода.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (16-17-10103).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Попов Г.И. Плейстоцен Чёрноморско-Каспийских проливов. М.: Наука, 1983. 216 с.
- Шкатова В.К., Арсланов Х.А., Шадрухин А.В., Шлюков А.И. Стратиграфия хвалынских и хазарских отложений нижнего течения р. Волги и их возраст по радиоизотопным данным // Бюлл. Комис. по изуч. четвертич. периода АН СССР. 1991. № 59. С. 110–121.
- Bolikhovskaya N.S., Mamontov D.A., Yanina T.A., Sorokin V.M. Preliminary results of palynological analysis of the Atelian deposits from a borehole core in the Northern Caspian Sea // IGCP 610 Fourth Plenary Conference and Field Trip "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary", Tbilisi, Georgia. Proceedings. Tbilisi: Georgian National Academy of Science, 2016. P. 35–38.
- Velichko A.A., Faustova M.A. et al. Glaciations of the East European Plain. Distribution and Chronology // Developments in Quaternary Science. 2011. Vol. 15. P. 337–359.
- Walker M., Johnsen S. et al. Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records // Journal of Quaternary Science. 2009. Vol. 24 (1). P. 3–17.

**АКВАКУЛЬТУРА:
АЛЬТЕРНАТИВА ИМПОРТНЫМ КОРМАМ В ОСЕТРОВОДСТВЕ**

С.И. Кононенко, В.Г. Крымов, Н.А. Юрина, Е.А. Максим, А.А. Данилова

Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, г. Краснодар
naden8277@mail.ru

Рост рыб при промышленном выращивании имеет первостепенное значение, как и условия искусственно созданной среды. Он обусловлен как генетическим механизмом видообразования, так и особенностями кормления и содержания в регулируемой водной среде при оптимизации условий содержания рыбы [Пышманцева и др., 2014а].

Круглогодичное выращивание гидробионтов в закрытых аквакультурных фермах исключает режимы зимовки, тем самым интенсифицируется процесс роста. Чем качественней технология, тем лучше среда обитания и, как следствие, выше темпы роста рыбы. Кроме того, качественно очищенная вода позволяет повысить плотность посадки рыбы и более эффективно использовать производственные площади [Гуркина, Кияшко, 2016].

Полноценность кормления – основа работы любого рыбоводного предприятия, включающее в себя качество кормов, их диетические свойства, соотношение веществ и другие характеристики. Самое важное значение имеет структура рациона, которая выражается процентным соотношением кормовых компонентов. Структура рациона имеет решающее значение для обеспечения нормального пищеварения и необходимого соотношения питательных веществ. Состав и свойства кормов обычно характеризуют их качество – питательность, поедаемость и переваримость [Максим и др., 2013].

Дальнейшее развитие интенсивных форм рыбоводства и последовательное повышение его эффективности наряду с решением технических проблем настоятельно требует самого серьезного внимания к процессу кормления и использования полноценных и экономически выгодных кормов для всех возрастных групп разводимых рыб [Кононенко и др., 2016; Максим и др., 2014].

В последнее время значительно возрос интерес ученых и практиков к использованию различных биологически активных добавок. Механизм их действия очень обширен и, как показывает множество научных экспериментов, подтвержденных практикой, может быть эффективным в самых различных отраслях животноводства, в том числе и в рыбоводстве [Пышманцева и др., 2014б; Юрина, Максим, 2015].

Целью исследований являлась характеристика рецептуры комбикорма для осетровых рыб отечественного производства как альтернативы импортным кормам для рыбы и расчет некоторых экономических показателей выращивания молоди в установках замкнутого водоснабжения в условиях ООО НПП «Южный Центр осетроводства».

Осетровое хозяйство ООО НПП «Южный Центр осетроводства» относится к специализированным рыбопродуктивным предприятиям. В хозяйстве успешно разводятся осетровые рыбы в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) [Пышманцева, 2017], налажена схема кормления рыбы искусственными кормами собственного производства.

Основные технологические процессы на предприятии включают: кормление рыбы искусственными кормами; сортировку и рассадку рыбы по мере роста; контроль качества воды; чистку рыбоводных емкостей; контроль здоровья и сохранности рыбы, в том числе профилактические мероприятия по предупреждению и выявлению основных болезней рыб [Пышманцева, 2017].

Температура воды в установках замкнутого водоснабжения в ООО НПП «Южный Центр осетроводства» под-держивается на уровне $+17 \pm 1,0$ °С.

Вода в установках замкнутого водоснабжения отвечала нормам ОСТ 15.312.87. «Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы». При поступлении воды в бассейны происходит ее очистка и насыщение кислородом [Китаев, 2015].

Рецепт комбикорма для годовиков осетровых рыб представлен в таблице 1.

Использование высокобелкового полнорационного комбикорма обеспечивает высокий выход сеголетков, годовиков и двухлеток, оптимальный рост и удовлетворительное физиологическое их состояние.

Таблица 1
РЕЦЕПТ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Компоненты	Доля, %
Мука рыбная	22
Протемил	23
Шрот подсолнечниковый	10
Мука пшеничная	30,6
Мука льняная	3
Жир рыбий	10
Премикс (рецепт № 4П110-2)	1
Пробиотик «Споротермин»	0,4

Питательность комбикорма для молоди рыб представлена в таблице 2.

«Протемил», содержащийся в рационе, – белковый концентрат подсолнечника с высоким содержанием чистого протеина. Производитель – компания «Биотехнология» (г. Москва).

Продукт характеризуется высоким уровнем обменной энергии в сочетании с абсолютной безопасностью для животных: отсутствие антипитательных веществ, невысокая бактериальная обсемененность и отсутствие ГМО. Низкое содержание клетчатки обеспечивает высокую усвояемость белка, содержание которого в «Протемиле» значительно превосходит существующие аналоги. Продукт разработан для балансирования по белку рационов сельскохозяйственных животных и пресноводных рыб.

Состав премикса для осетровых рыб представлен в таблице 3.

Использование отечественного премикса 4П110-2 позволяет равномерно распределить биологически активные вещества и обогащать ими комбикорма.

В ходе эксперимента установлено, что скармливание разработанного комбикорма препятствует избыточному отложению жира в тканях и органах рыб. Достаточная обеспеченность протеином гарантирует хороший темп роста рыбы, ее нормальное физиологическое состояние и эффективную конверсию питательных веществ.

При выращивании молоди осетровых рыб в установках замкнутого типа в условиях ООО НПП «Южный центр осетроводства» с применением полнорационных комбикормов собственного производства выявлено, что темп роста рыбы составляет 10,6 г в сутки, кормовой коэффициент 2,1 кг при стоимости кормов

Таблица 2
ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КОМБИКОРМА

Показатели	Питательность, %
Обменная энергия, МДж в 1 кг	13,19
Сырой протеин	55,0
Сырой жир	18,0
Сырая клетчатка	0,9
Лизин	2,2
Метионин	0,7
Метионин+цистин	1,10
Триптофан	0,5
Кальций	2,0
Фосфор	1,7
Натрий	0,6
Витамин А, МЕ	7500
Д ₃ , МЕ	1125
Железо, мг	62,0
Иод, мг	3,1
Марганец, мг	23,0
Цинк, мг	160,0
Медь, мг	8,0
Селен, мг	0,03

Таблица 3
СОСТАВ ПРЕМИКСА ДЛЯ МОЛОДИ РЫБ 4П110-2 (в 1 кг)

Компоненты	Ед. изм.	4П110-2
Витамин А	МЕ	750 000
Витамин D ₃	МЕ	350 000
Витамин Е	мг	10 000
Витамин К ₃	мг	250
Витамин В ₁	мг	3000
Витамин В ₂	мг	3000
Витамин В ₃	мг	5000
Витамин В ₄	мг	50 000
Витамин В ₅	мг	20 000
Витамин В ₆	мг	1700
Витамин В ₁₂	мг	7
Витамин В _с	мг	500
Витамин С	мг	50 000
Витамин Н	мг	300
Железо	мг	10 000
Медь	мг	400
Цинк	мг	10 000
Марганец	мг	1500
Кобальт	мг	10
Иод	мг	70
Селен	мг	15
Магний	мг	0,05

собственного производства 80,87 рублей. Уровень рентабельности выращивания рыбы в установке замкнутого водоснабжения составил 48,0 % (при использовании импортных комбикормов этот показатель находился на уровне 30,0 %).

В свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны необходимо дорабатывать и разрабатывать рецептуры и технологии производства полнорационных комбикормов для ценных видов рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гуркина О.А., Кияшко В.В. Выращивание ленского осетра в индустриальных условиях // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов / Южно-Уральский государственный аграрный университет. 2016. С. 112–115.

Китаев И.А. Эффективность использования гидролизата соевого белка в кормлении рыб семейства Осетровые в установках замкнутого водоснабжения: дис. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 2015. 121 с.

Кононенко С.И., Юрина Н.А., Максим Е.А. и др. Инновационные кормовые добавки при выращивании молоди рыб // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 1. С. 30–34.

Максим Е.А., Максим Е.А., Юрина Н.А., Осепчук Д.В. и др. Повышение полноценности кормления рыбы при помощи биодобавок // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. № 4. С. 157–160.

Максим Е.А., Пышманцева Н.А., Кононенко С.И. и др. Опыт применения пробиотиков в рыбоводстве // Сб. науч. тр. Всерос. науч.-иссл. ин-та овцеводства и козоводства. 2013. Т. 3. № 6. С. 152–154.

Пышманцева А.А. Воздействие предприятия ОАО НПП «Южный Центр осетроводства» на окружающую среду // Экология речных ландшафтов: сб. ст. по мат-лам I Междунар. науч. экол. конф. 2017. С. 207–223.

Пышманцева А.А., Кононенко С.И., Максим Е.А. и др. Применение пробиотиков в осетровом рыбоводстве // Сб. науч. тр. Северо-Кавказского НИИ животноводства. 2014. Т. 2. № 3. С. 225–229.

Пышманцева А.А., Юрина Н.А., Кононенко С.И. и др. Применение пробиотиков в осетровом рыбоводстве // Сб. науч. тр. Северо-Кавказского НИИ животноводства. Краснодар, 2014. Т. 2. № 3. С. 225–229.

Юрина Н.А., Максим Е.А. Новые подходы к использованию биопрепаратов в рыбоводстве // Сб. науч. тр. Северо-Кавказского НИИ животноводства. 2015. Т. 4. С. 109–113.

**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЮЖНЫХ МОРЕЙ, В КОТОРЫХ УЧАСТВОВАЛИ
ВЫПУСКНИКИ И СТУДЕНТЫ КАФЕДРЫ ОКЕАНОЛОГИИ ЮФУ**

Ю.И. Инжебейкин

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
uinzheb@mail.ru

С созданием ЮНЦ РАН новому академическому учреждению понадобились молодые научные кадры, желательно из местных, чтобы они продолжительное время могли работать в научных учреждениях Юга России. В этой связи в 2004 г. была открыта базовая кафедра океанологии ЮНЦ РАН при ЮФУ. Заведующим кафедрой стал чл.-корр. РАН Д.Г. Матишов. Студенты, выпускники и сотрудники кафедры начали активно исследовать различные компоненты экосистем южных морей России, в том числе участвуя в проводимых ЮНЦ РАН, институтом океанологии РАН экспедициях в различных морях и даже в океане. Здесь можно коротко перечислить наиболее важные из полученных результатов.

А. Динамика морских вод над шельфом, включая материковый склон, зависит от эффекта вращения Земли, плотностной стратификации, рельефа дна, морфометрии береговой линии и режима прибрежных течений. Активная хозяйственная деятельность на восточном шельфе Чёрного моря и большое разноплановое прикладное и научное значение знаний об этих процессах потребовали интенсивного изучения гидродинамических процессов в районе. Весной 2007 г. на НИС «Денеб» (ЮНЦ РАН) проводились исследования гидрологических полей в прибрежной зоне российского сектора Чёрного моря посредством вертикального СТД-зондирования. Верхний перемешанный слой (ВПС) на акватории северо-восточной части Чёрного моря в апреле 2007 г. имел толщину 40–60 м, возросшую зимой вследствие термической конвекции (рис. 1).

ВПС был ограничен снизу слоем основного галоклина с вертикальными градиентами солёности от 0,06 до $-0,1 \text{ ‰ м}^{-1}$, постоянно существующего в Чёрном море в диапазоне глубин от 30–60 до 150–200 м [Тужилкин, 2008]. В начале периода наблюдений (8–14 апреля) над юго-восточной частью Чёрного моря, а также частично над территориями Турции и Грузии находилась малоподвижная зона повышенного атмосферного давления, которая медленно смещалась на север. Над исследуемой акваторией северо-восточной части Чёрного моря дул южный ветер. В результате проведенных исследований было выявлено [Матишов, Инжебейкин, 2012]:

1) Под воздействием вдольбереговой составляющей ветров южных румбов при наличии плотностной стратификации на северо-восточном шельфе Чёрного моря генерируются береговые захваченные волны. Длина выявленных волн составила около 60 км, период около 21 часа, поперечный в направлении к берегу масштаб – около 29 км, волны распространялись на северо-запад вдоль берега (берег справа) с фазовой скоростью около $0,8 \text{ м с}^{-1}$.

2) Эти волны сопровождаются в прибрежной зоне чередующимися зонами апвеллинга/даунвеллинга и могут внести существенный вклад в изменчивость поверхностной температуры воды (30–55 % от среднего многолетнего значения размаха сезонных колебаний температуры), на периодах от суток до недель. В этом же интервале периодов в изменчивости солености вклад их может даже превысить среднемноголетнее значение размаха сезонных вариаций солености воды в поверхностном слое.

3) На северо-восточном шельфе Чёрного моря береговые захваченные волны генерировали уровенные осцилляции с периодом около 21 часа и величиной более 5 см, т. е. они могут привести к вариациям уровня моря в прибрежной зоне с периодами, близкими к периодам самих волн в течение времени своего существования от зарождения до затухания. Эти волны могут внести существенный вклад в изменчивость течений, для оценки которого необходимы дальнейшие исследования, результаты которых также могут быть использованы для уточнения численных моделей динамики вод на северо-восточном шельфе Чёрного моря.

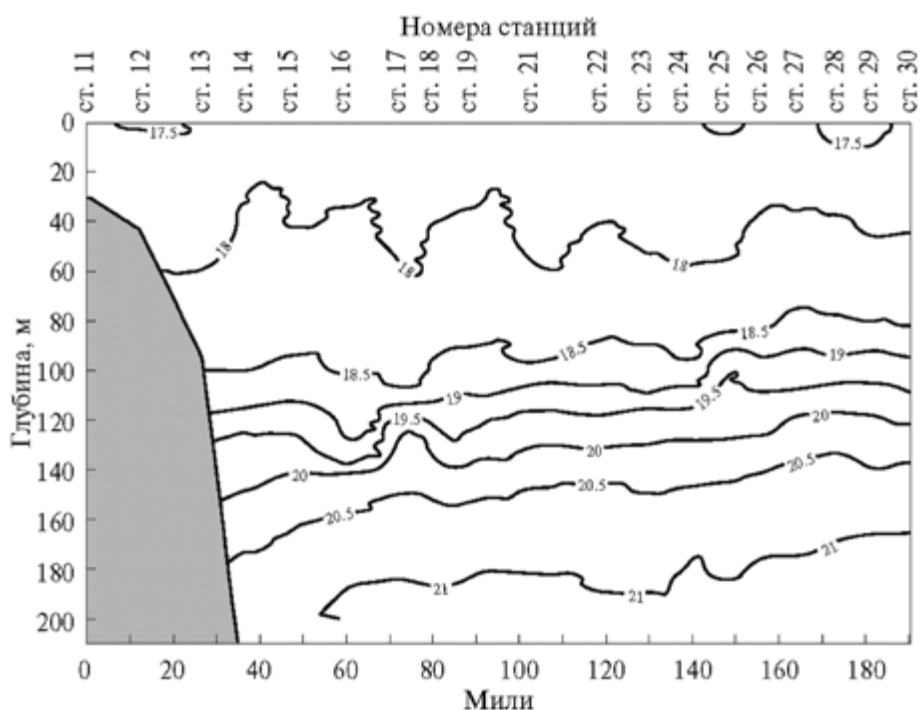


Рис. 1

Вертикальное распределение солености по разрезу от Анапы до района Адлера

Б. В Азовском море одним из наиболее распространенных и интенсивных движений являются сейшевые движения. Они приводят в движение всю массу воды водоема и через турбулентное перемешивание воздействуют на гидрологический и гидрохимический режимы, играя роль приливов в приливных морях и сильно влияя на экологическое состояние моря. Несмотря на это сейши в Азовском море были изучены недостаточно. Хотя в нескольких публикациях, в том числе в монографии [Гидрометеорология ... 1991], в той или иной степени рассматриваются отдельные результаты изучения сейшевых колебаний, им посвящены даже специальные работы; до недавнего времени как частотные, так и пространственные характеристики этих колебаний, а также их вклад в формирование экстремальных уровней оставались до конца неисследованными. Нами были проведены интенсивные исследования сейшевых движений. Результаты:

1) На основе полученных современных данных о морфометрических характеристиках моря разработана численная гидродинамическая модель сейшевых движений Азовского моря, базируясь на теории мелкой воды [Matishov, Inzhebeikin, 2009].

2) Получены характеристики пространственного распределения и оценены величины колебаний уровня для 1-, 2-, 3-, 4- и 5-узловых сейшевых колебаний (рис. 2), периоды которых составили соответственно 38,4; 23,7; 12,1; 8,8 и 5,1 ч. Оказалось, что величины сейшевых вариаций не менее годовых, а при некоторых модах в зонах пучностей могут в несколько раз превысить годовые вариации уровня. Все выявленные пять мод в спектрах флуктуаций уровня, полученных по наблюдениям за безледный период в пунктах, расположенных на различных участках побережья моря, обнаруживаются.

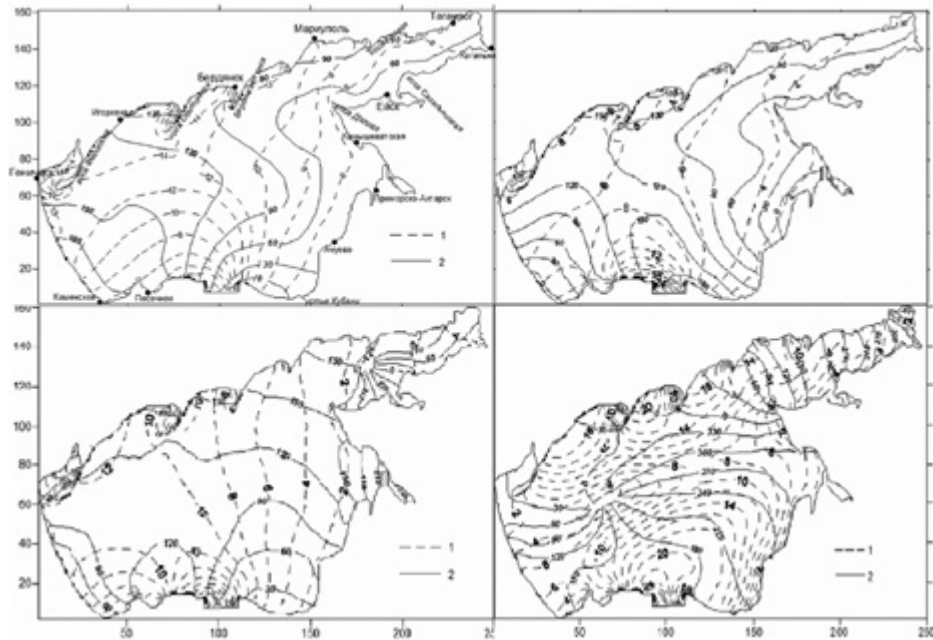


Рис. 2

Распределение изоамплитуд (1, в см) и изофаз (2, в град.) осцилляций на резонансных частотах, соответствующих одно- (а), двух- (б), трех- (в) и пятиузловой (г) сейшам

В. При одинаковых значениях потока тепла через поверхность моря более мелководные области вблизи берега испытывают большие пространственно-временные вариации температуры, чем глубоководные районы [Боуден, 1988]. В этой связи нам было интересно узнать о роли сезонных процессов в формировании гидрофизических полей в северо-восточной прибрежной зоне Чёрного моря. В результате исследований выполнены типизация и районирование исследуемой зоны по вертикальному распределению гидрологических характеристик по сезонам. При относительно одинаковых значениях потока тепла через поверхность моря на северо-восточной части Чёрного моря весной выделены три основных типа вертикального распределения солёности (рис. 3).

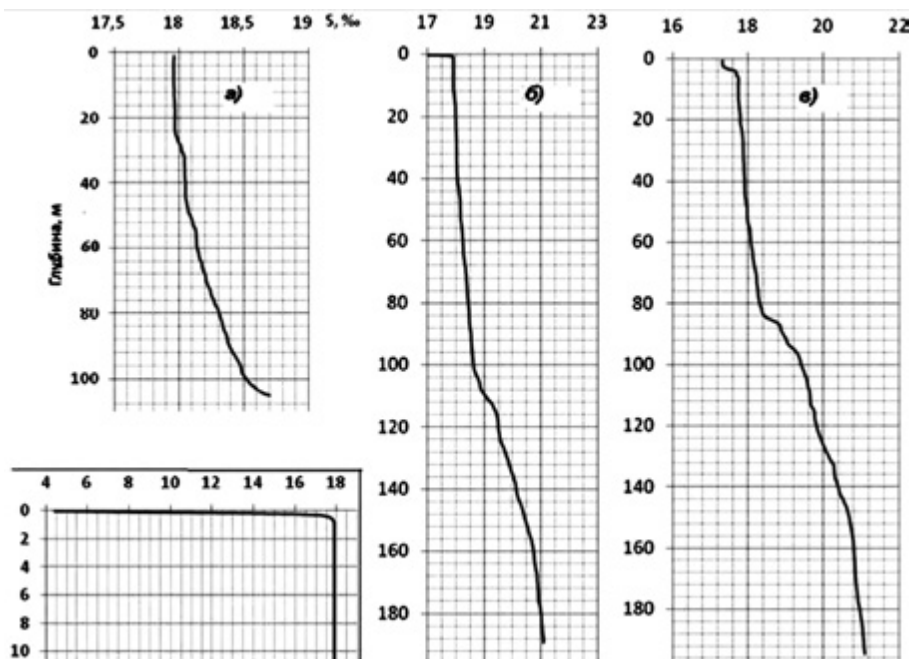


Рис. 3

Вертикальные профили солёности воды на станциях в апреле 2007 г.: а – на траверзе Новороссийска (ст. 14); б – на траверзе Джугзы (ст. 19); в – на траверзе Лазаревской (ст. 25). На врезке верхняя часть вертикального профиля солёности на ст. 19

Первый тип характеризуется (рис. 3а) сильно развитым верхним однородным слоем солёности, достигающим до горизонтов сезонного пикноклина (25–30 м); солёность вод в ВПС находится в пределах от 17,96 до 17,98 ‰; ниже верхнего участка галоклина (глубины 25–35 м) солёность монотонно или слабо заметными ступеньками (когда чередуются участки профилей с более высокими и пониженными вертикальными градиентами солёности) возрастает до 18,70–19,20 ‰ до глубин 100–115 м или до дна (где глубины меньше 100 м); встречается в прикерченском районе (от траверзов Анапы до Геленджика).

Второй тип характеризуется (рис. 3б) наличием верхнего тонкого (до 1 м) слоя с распресненными (5–15 ‰) водами (который по мере удаления от устьев рек может преобразовываться от сплошного слоя до отдельных разрозненных линз); солёность вод в однородном слое, располагающемся ниже распресненного слоя на горизонтах 1–25 м, составляет 17,86–17,98 ‰; далее с глубиной монотонно возрастает до 18,60–18,80 ‰ на глубинах 100–110 м со средней величиной вертикального градиента около 0,01 ‰ м⁻¹; ниже этого слоя вертикальный градиент солёности резко возрастает (до 0,07 ‰ м⁻¹), и солёность в толще воды от 108–110 м до 115–119 м повышается почти на 1 ‰, достигая значений 19,5 ‰, ниже которого в пределах акватории, ограниченной 200-метровой изобатой, монотонно растёт до самого дна; образуется при натекании пресных вод на воды с первым типом распределения солёности и происходит в районах влияния стока рек.

Третий тип вертикального распределения солёности на российском прибрежном шельфе весной характеризуется (рис. 3в) наличием слоя ВПС незначительной толщины (2–3 м) с солёностью 17,32 ‰, который только формируется; ниже этого слоя ВПС располагается резкий (0,15 ‰ м⁻¹) галоклин толщиной чуть более 2 м; с горизонта 5–7 м располагается слой толщиной 75–80 м с монотонным ростом солёности от 17,70 в верхней части слоя до 18,46–18,50 ‰ в его нижней части; на горизонтах 80–85 м появляется второй галоклин с градиентами около 0,13 ‰ м⁻¹, ниже которого солёность монотонно увеличивается от 18,89 до 21,11 ‰ до горизонта 200 м или до самого дна в зоне, ограниченной 200-метровой изобатой.

Летом профиль вертикального распределения солёности на северо-восточной части Чёрного моря менее разнообразен по сравнению с весенним периодом: в поверхностном слое четко выделяется ВПС, солёность вод в котором находится в пределах от 16,83–16,90 в прикерченском районе до 17,85–17,90 ‰ на акватории от Туапсе до Сочи (лишь в районе Адлера, где после частых дождевых паводков проявляется распресняющее воздействие стока рек на грузинском и абхазском секторах шельфа, вертикальный профиль солёности в поверхностном слое имеет многоступенчатый характер со значениями 17,7–18,1 ‰); солёность вод ниже

ВПС (или распресненного ступенчатого слоя) составляет 18,0–18,4 ‰, а далее с глубиной монотонно возрастает до 18,60–18,80 ‰ на глубинах 100–110 м со средней величиной вертикального градиента около 0,01 ‰ м⁻¹; ниже горизонтов 100–110 м вертикальный градиент солёности резко возрастает (до 0,07 ‰ м⁻¹), и солёность в толще воды от 108–110 м до 115–119 м повышается почти на 1 ‰, достигая значений 19,5 ‰, ниже этого слоя в пределах акватории, ограниченной 200-метровой изобатой, монотонно растёт до самого дна.

Г. Выявлены механизмы формирования кратковременных катастрофических наводнений в некоторых рекреационных зонах Азовского моря [Матишов и др., 2008]. Часто в оперативном режиме прогнозы не срабатывают. Причина – неучет некоторых механизмов в формировании экстремальных повышений уровня: суперпозиция нагонов и сейшевых волн (особенно значимых для гипермелководного Азовского моря), нелинейного взаимодействия между волнами штормовых нагонов и сейш.

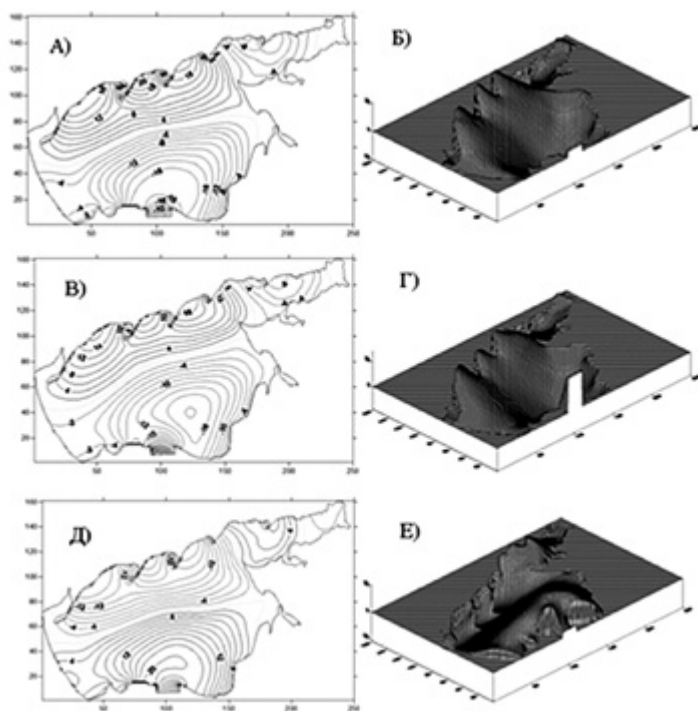


Рис. 4

Мгновенные картины рельефа уровня при пятиузловой сейше при фазах 90 (А, Б), 120 (В, Г) и 270 (Д, Е) градусов

Рассмотрим возможный механизм возникновения катастрофических наводнений в популярных рекреационных зонах Азовского моря при пятиузловой сейше как наиболее показательных. На рисунках 4а и 4б представлен мгновенный рельеф уровня Азовского моря в какой-то момент времени (в данном случае при фазе 90°) резонансных колебаний, соответствующих пятиузловой сейше.

Можно заметить, что между уровнями у западного и восточного берегов косы Обиточная существует перепад. Это обусловлено тем, что у западного основания косы Обиточная расположен узел одной из амфидромических систем пятиузловых колебаний, где амплитуда вариаций минимальна. И при подходе гребня волны другой амфидромической системы (у которой центр расположен в западной половине моря) образуется весьма значительный перепад уровня на расстоянии ширины косы. При этом сдвиг между изофазами на разных берегах косы может составить более 90°, т.е., например, гребню волны (максимуму уровней) на восточном берегу может соответствовать даже понижение уровня на западном берегу косы ниже среднего уровня. Если сейшевые колебания происходят на фоне штормового нагона и общее повышение уровня от суперпозиции нагона и сейшевой волны превысит низшие отметки рельефа косы, то коса (вернее, ее пониженная часть) окажется под водой. Скорость перемещения гребня волны по косе (скорость течения, u) будет весьма высока и примерно равна фазовой скорости волны c [Боуден, 1988], т.е.

$$u \approx c = [g(H + a)]^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

и, таким образом, для района Обиточной косы может составить более 5 м/с. В формуле (1) g – ускорение свободного падения, м/с², H – глубина, м; a – амплитуда сейшевой волны, м. В процессе колебаний через 30° (при фазе 120°) похожая ситуация может сложиться у косы Долгая. Однако, поскольку здесь амфидромическая система вращается вокруг косы и коса полностью находится в зоне узла, величина пятиузловых сейшевых вариаций незначительна и затопление косы при данной моде колебаний менее вероятно. Значения перепада между уровнем на юго-западном и северо-восточном берегах здесь относительно малы. При фазе 270° такая же ситуация складывается у Ейской косы. Очевидно, что при больших величинах сейшевых осцилляций (например, составляющих не менее 45 % от размаха сгонно-нагонных колебаний уровня, как установлено в работе [Гидрометеорология ... 1991] по наблюдениям на Чёрном море), исходя из значений нагонов в этом районе 50–150 см, такой перепад может составить от 25 до 80 см. Именно такая ситуация, по-видимому, сложилась на Должанской косе в один из летних дней 2006 г., когда практически при отсутствии ветра мощным течением унесло отдыхающих на косе и их автомобили. Такие кратковременные наводнения могут иметь место на 5 из 12 крупных кос Азовского моря. Такое явление присуще не только для резонансных осцилляций, соответствующих пятиузловой сейше, но и для других, более низких мод колебаний.

Д. При сотрудничестве с ИО РАН (г. Москва) и Институтом гидродинамики СО РАН исследовали пространственно-временную изменчивость параметров внутренних волн в Атлантическом океане в экспедициях на НИС «Академик Сергей Вавилов».

Е. Выполнены оценки мелкомасштабной изменчивости температуры воды и солёности вод Азовского моря и его районирование по этому показателю для различных сезонов.

Таким образом, можно сказать, что с открытием кафедры океанологии за короткий период удалось существенно расширить исследования и добиться новых важных результатов в исследовании южных морей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Боуден К. Физическая океанография прибрежных вод. М.: Мир, 1988. 324 с.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 5. Азовское море. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 237 с.
- Матишов Г.Г., Инжебейкин Ю.И. Субинерционные движения на северо-восточном шельфе Чёрного моря // Доклады Академии наук. 2012. Т. 446. №. С. 686–689.
- Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Инжебейкин Ю.И. Влияние сейш на формирование экстремальных уровней и течений в Азовском море // Вестник Южного научного центра. 2008. Т. 4. № 2. С. 46–61.
- Тужилкин В.С. Сезонная и многолетняя изменчивость термохалинной структуры вод Чёрного и Каспийского морей: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М.: МАКС-Пресс, 2008. 45 с.
- Matishov G.G. & Inzhebeikin Yu.I. Numerical Study of the Azov Sea Level Seiche Oscillations // Oceanology. 2009. Vol. 49. No. 4. P. 445–452. Pleiades Publishing, Inc., 2009.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ МОРСКИХ ПРОГНОЗОВ

Г.К. Коротаев

Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь
gkorotaev@gmail.com

1. Морские прогнозы – актуальное направление современной океанологии

Наблюдения морской поверхности с ИСЗ и использование спутников как ретранслятора долговременных контактных измерений, проводимых в автоматическом режиме без необходимости непрерывного обслуживания, позволило в последние 30 лет получить огромные объемы информации о состоянии морей и океанов. Ассимиляция наблюдений в моделях процессов, протекающих в Мировом океане, позволяет интегрировать разнородные наблюдения и отображать в удобной для потребителей форме текущее состояние морей и океанов, а также прогнозировать его последующую эволюцию. К настоящему времени совместными усилиями академических и гидрометеорологических организаций ведущих стран мира создана наблюдательная система, основанная на комбинации спутниковых (альтиметрия, ТПО, ледовый покров, приводный ветер и цвет моря) и контактных наблюдений (главным образом буи-профилемеры и варианты поверхностных дрейфтеров), достаточная для осуществления непрерывного мониторинга и прогноза основных гидрологических полей Мирового океана, его окраинных и внутренних морей. Для производства нужных пользователям продуктов созданы центры морских прогнозов, среди которых наиболее развитой считается Морская служба программы «Коперникус» Европейской комиссии (Copernicus Marine Environmental Monitoring Service). Эта служба производит анализы и прогнозы состояния как Мирового океана в целом, так и окраинных и внутренних морей Европы, функционируя в рутинном режиме и распространяя свои продукты через сайт (<http://marine.copernicus.eu/>). Отметим, что качество прогнозов довольно высокое в умеренных широтах Мирового океана, где эффективна созданная наблюдательная сеть. Однако, в силу ограниченности наблюдательной сети и географических и гидрологических особенностей Арктического бассейна, точность анализов и прогнозов в Арктике не столь высока. В этой связи в ближайшее время планируется реализация ряда международных проектов, специально ориентированных на повышение точности как метеорологических, так и морских прогнозов в Арктике.

2. Развитие методологии морских прогнозов в СССР

Значительный вклад в развитие методологии морских прогнозов был внесен советскими океанологами. Открытие интенсивной синоптической изменчивости в открытом океане показало [Бреховских, Кошляков и др., 1971], что текущее состояние морских бассейнов – их погода – значительно отличается от климатического и указало на необходимость непрерывного контроля и прогноза состояния морских акваторий для обеспечения разнообразной практической деятельности. В рамках программы «Разрезы», выполнявшейся в СССР в 1980–1990 гг., была заложена идеология непрерывного мониторинга океана на основе сочетания моделирования и наблюдений [Марчук, Дымников и др., 1984].

Начало реализации программы «Разрезы» совпало с развитием в СССР спутниковой океанологии. Успешный эксперимент с первым советским океанографическим ИСЗ «Космос-1151» позволил рассматривать спутниковую компоненту как важнейший элемент наблюдательной системы программы «Разрезы» [Нелепо, Коротаев, 1984; Дымников, Коротаев и др., 1984]. В середине 1980-х годов был подготовлен аппаратный комплекс для всепогодных измерений с ИСЗ температуры поверхности океана, готовились к запуску отечественный альтиметр и по программе «Интеркосмос» – цветовой сканер. Планировалась также расширенная экспедиционная программа, дополненная судовыми наблюдениями в энергоактивных зонах попутными гидрологическими измерениями на разрезах, пересекающих океан.

Особое внимание в программе «Разрезы» уделялось моделям циркуляции океана и развитию методов ассимиляции контактных и спутниковых измерений [Численные модели ... 1992]. В результате исследований по программе был создан ряд численных вихреразрешающих моделей высокого качества, позволяющих ассимилировать данные экспедиционных наблюдений.

Параллельно с реализацией программы «Разрезы» на Чёрном море разрабатывался прототип системы диагноза и прогноза состояния Мирового океана. Чёрное море в то время рассматривалось как контрольно-калибровочный подспутниковый полигон для отработки методов дистанционного зондирования океана,

что позволяло использовать выполнявшиеся спутниковые и подспутниковые наблюдения для верификации моделей циркуляции и методов ассимиляции. В поддержку программ дистанционного зондирования океана из космоса в 1985 г. Морской гидрофизический институт (МГИ) и Государственный океанографический институт (ГОИН) организовали на Чёрном море комплексную междуведомственную экспедицию, в выполнении которой участвовало до десяти судов. В течение трех месяцев этими судами были выполнены три гидрологические съемки всего бассейна с шагом сетки, позволяющим картировать синоптические процессы [Исследование и моделирование ... 1989]. Результаты съемок были использованы для настройки модели циркуляции Чёрного моря и алгоритмов ассимиляции гидрологических наблюдений. В то же время был получен первый опыт создания системы прогноза полей Чёрного моря [Нелепо, Коротаев и др., 1985].

3. Научная основа морских прогнозов в РФ

Несмотря на трудности с развитием науки в России после 1991 г., созданные в советское время заделы позволили сохранить высокий потенциал исследований в области моделирования и прогноза состояния морских акваторий. В настоящее время коллективом специалистов Института вычислительной математики РАН (ИВМ РАН) и Института океанологии РАН (ИО РАН) создана вихреразрешающая модель Мирового океана современного уровня. Эта модель имеет разрешение $1/10^\circ$ и способна воспроизводить основные особенности океанической циркуляции [Ibrayev, Khabeev et al., 2012]. Модель циркуляции сопряжена с модулем ассимиляции наблюдений, позволяющим ассимилировать как данные зондирований буев-профиломеров «АРГО», так и спутниковые альтиметрические наблюдения. Усвоение данных наблюдений в модели океана основано на использовании метода ансамблевой оптимальной интерполяции EnOI. Программный блок усвоения данных EnOI реализован в виде программного сервиса DAS вычислительной платформы моделирования CMF 3.0 [Kaurkin, Ibrayev et al., 2016].

Еще одна современная модель общей циркуляции – INMOM (Institute of Numerical Mathematics Ocean Model) океана – разработана в ИВМ РАН. В основе численной реализации и отдельных параметризаций INMOM лежат оригинальные методы расщепления [Zalesny, Marchuk et al., 2010]. Вихреразрешающая модель INMOM, использующая по вертикали т.н. сигма-координату, разработана для воспроизведения циркуляции Мирового океана и его отдельных акваторий. Модель прошла успешную апробацию при выполнении отечественных и международных проектов и является единственной в мире глобальной сигма-моделью, используемой для длительных расчетов, в том числе при моделировании климата. Модель дополняется блоком вариационной ассимиляции наблюдений, эффективно реализующейся при численном решении конечно-разностных уравнений методом расщепления.

Единственный в России центр мониторинга и прогноза, соответствующий мировым стандартам, создан в МГИ в рамках проектов Европейской комиссии «Мой Океан 1, 2». Прогноз циркуляции Чёрного моря осуществляется с помощью отечественной вихреразрешающей модели, сопряженной с блоком ассимиляции наблюдений, основанном на фильтре Калмана [Korotaev, Oguz et al., 2011].

4. Разработка макета системы прогнозов Мирового океана, Арктического и Азово-Чёрноморского бассейнов

Будучи ориентированной на производство качественных продуктов в морях Европы, Морская служба программы «Коперникус» не дает аналогичных точностей в окраинных морях России. Таким образом, для развития морского сектора экономики страны актуальной является задача создания современной системы морских прогнозов, ориентированной на прогнозирование морской погоды в Арктическом бассейне, окраинных и внутренних морях России. Эта задача является основной для проекта Российского научного фонда «Новые методы и суперкомпьютерные технологии анализа и прогноза Мирового океана и Арктического бассейна». В основу создаваемого макета системы прогнозов будут положены модели циркуляции вод с разрешением синоптических масштабов INMIO для Мирового океана и INMOM для Арктического бассейна. Модуль системы для Мирового океана в дополнение к своим прямым функциям будет обеспечивать необходимые граничные условия для Арктического модуля, а впоследствии и для морей Дальневосточного региона. Модуль для Азово-Чёрноморского бассейна будет основан на модели НЕМО.

В рамках проекта будет также развиваться архитектура системы, позволяющая управлять большими объемами данных, обеспечивать их хранение, обработку и визуализацию. Специальный блок будет создан для валидации анализов и прогнозов посредством сопоставления с натурными данными. Оперативное функционирование создаваемой системы позволит с наилучшей возможной точностью воспроизводить реальную морскую циркуляцию и стратификацию вод с высоким пространственно-временным разрешением. В процессе реализации проекта будут также выполняться фундаментальные исследования, направленные на повышение точности анализов и прогнозов, совершенствование и повышение вычислительной эффективности

используемых параметризаций и методов усвоения данных наблюдений в численных моделях циркуляции Мирового океана и Арктического бассейна.

5. Заключение

Академическая наука смогла сохранить и развить созданный в СССР высокий потенциал в области численного моделирования океанической циркуляции. Координация усилий нескольких групп, работающих в этом направлении, позволит создать макет системы анализа и прогноза полей океана, Арктического и Азово-Чёрноморского бассейнов, отвечающей современным стандартам. Создаваемый макет может быть основой эксплуатационной системы, которая обеспечит потребности отечественных производителей в оперативной информации о состоянии морских бассейнов. Эксплуатационная система оперативных анализов и прогнозов будет иметь потенциал повышения точности создаваемых продуктов по мере развития отечественной наблюдательной океанической системы, вносящей вклад в поддержание и развитие международной системы наблюдений и обеспечивающей интересы отечественных потребителей в критически важных районах Мирового океана.

Разделы 1, 2 настоящего исследования выполнены в рамках государственного задания по теме № 0827-2014-0011 «Исследования закономерностей изменений состояния морской среды на основе оперативных наблюдений и данных системы диагноза, прогноза и реанализа состояния морских акваторий» (шифр «Оперативная океанография»), а разделы 3, 4, 5 – при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 17-77-30001).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бреховских Л.М., Кошляков М.Н. и др. Полигонный гидрофизический эксперимент в тропической зоне Атлантики // ДАН. 1971. Т. 198. № 6. С. 1434–1439.

Дымников В.П., Коротаев Г.К. и др. Требования к составу и к точности спутниковой информации в исследованиях по программе «Разрезы» // Итоги науки и техники. Серия: Атмосфера, океан, космос – программа «Разрезы». М.: ВИНТИ, 1984. 28 с.

Исследование и моделирование гидрофизических процессов в Чёрном море / под. ред. С.П. Левикова. М.: Гидрометеиздат, 1989. 140 с.

Марчук Г.И., Дымников В.П. и др. Программа «Разрезы» и мониторинг Мирового океана // Метеорология и гидрология. 1984. № 8. С. 9–17.

Нелепо Б.А., Коротаев Г.К. и др. Создание системы диагноза и прогноза состояния океана как актуальная проблема автоматизации океанологических исследований // Морской гидрофизический журнал. 1985. № 3. С. 44–49.

Нелепо Б.А., Коротаев Г.К. Спутниковый мониторинг климата океана // Метеорология и гидрология. 1984. № 8. С. 34–41.

Численные модели и результаты калибровочных расчетов течений в Атлантическом океане // Атмосфера – океан – космос. Программа «Разрезы». Сб. науч. ст. / под ред. А.С. Саркисяна, Ю.Л. Демина. М.: ИВМ, 1992.

Ibrayev R.A., Khabeev R.N. et al. Eddy-resolving 1/10° Model of the World Ocean // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2012. Vol. 48. No. 1. P. 37–46. URL: <http://link.springer.com/article/10.1134/S0001433812010045>

Kaurkin M.N., Ibrayev R.A. et al. Data Assimilation in the Ocean Circulation Model of High Spatial Resolution Using the Methods of Parallel Programming // Russian Meteorology and Hydrology. 2016. Vol. 41. № 7. P. 479–486.

Korotaev G.K., Oguz T. et al. Development of Black Sea nowcasting and forecasting system // Ocean Science. 2011. Vol. 7. P. 629–649.

Zalesny V.B., Marchuk G.I. et al. Numerical modeling of the large-scale ocean circulation on the base of multicomponent splitting method // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modeling. 2010. Vol. 25. No. 6. P. 581–609.

ТЕХНОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД КАК ЭЛЕМЕНТ КРИЗИСНОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

А.С. Кузнецов, В.А. Иванов, А.Н. Морозов, Е.В. Маньковская

Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь
vaivanov@inbox.ru

Геоэкологический мониторинг прибрежной зоны Азово-Чёрноморского бассейна является базовым звеном при развитии методологии рационального природопользования в системе государственного управления приморскими территориями. Интенсивное освоение биологических, минерально-сырьевых, энергетических и рекреационных морских природных ресурсов при активной эксплуатации транспортного и коммуникационного потенциала прибрежной зоны Чёрного моря обеспечивает непрерывное возрастание уровня антропогенной нагрузки на прибрежные зоны и экотоны Чёрноморского побережья Крыма [Беляев, Совга и др., 2001]. Процессы экономической, хозяйственной и рекреационной деятельности в регионе сопровождаются обильными и интенсивными сбросами промышленно-сточных вод с суши непосредственно в прибрежные зоны, нанося дополнительный ущерб экосистеме. Согласно работе [Беляев, Совга и др., 2001], для установления степени ущерба прибрежной экосистеме, кроме оценок уровня антропогенных нагрузок, необходимы прежде всего сведения о региональной динамике водных масс и реальных транспортных путях переноса загрязняющих веществ, а также оценки способности угнетенной экосистемы к самоочищению и др.

В настоящее время особенно актуальной становится задача минимизации наиболее вероятных рисков для акваторий активного освоения морских ресурсов и сброса промышленно-сточных вод с целью предупреждения возможных природных и техногенных катастроф с возникновением зон кризисных экологических ситуаций. По данным многолетних натурных исследований и анализа глобальной динамики вод Чёрного моря ранее был опубликован цикл работ, например [Овчинников, Титов и др., 1993], где обсуждается фундаментальное значение механизма поперечной циркуляции вод для экологического состояния всего Чёрного моря, а также предпосылки возможной необратимой экологической катастрофы в связи с такой динамикой вод. Очевидно, что за прошедшие 25 лет проблема возможной экологической катастрофы не утратила своей актуальности, причем уровень антропогенных нагрузок на прибрежные зоны за этот период времени существенно возрос без соответствующих изменений способности экосистем к самоочищению. В последние годы у берегов Крыма выявлены и количественно исследованы десятки фактов возникновения экстремально высокого уровня локальных загрязнений прибрежных вод Чёрного моря, вызванные авариями, катастрофами и стихийными бедствиями, которым были присвоены объектовый и местный уровни кризисной ситуации. Согласно сценарию возможной экологической катастрофы [Овчинников, Титов и др., 1993], уровень такой кризисной ситуации может превысить региональный. В этом случае оперативный мониторинг динамики потоков вещества и энергии переводится в кризисный режим. К объектам кризисного мониторинга относятся основные компоненты окружающей природной среды, включая: водные, земельные, биологические ресурсы, рекреационные зоны, территории с особым статусом, наземные и водные экосистемы, а также приповерхностный слой атмосферы и метеорологические условия в регионе.

В Морском гидрофизическом институте (МГИ) РАН разработана на период до 2020 г. перспективная программа комплексных междисциплинарных исследований океанологических процессов, определяющих функционирование и эволюцию экосистем прибрежных зон Чёрного и Азовского морей. Целью таких регулярных исследований является получение новых научных знаний о взаимосвязи динамических процессов в прибрежной зоне для развития подхода к использованию ресурсного потенциала морских акваторий у побережья Крыма и Севастополя при соблюдении условий экологической безопасности среды.

Основными задачами этих исследований являются:

- развитие наблюдательных систем прибрежной зоны Азово-Чёрноморского бассейна, разработка и совершенствование подходов, технологий и алгоритмов мониторинга морской среды;
- комплексные междисциплинарные исследования прибрежной зоны моря и морских устьев рек с целью оценки влияния изменений природно-климатических и антропогенных факторов на устойчивость гидролого-гидрохимической структуры вод и способность прибрежных экосистем Чёрного моря к самоочищению;
- мониторинг состояния береговой зоны для получения морфодинамических прогнозов изменений рельефа дна и положения береговой черты с целью решения проблем сохранения и реабилитации территорий прибрежного экотона суши;

- экспертные оценки экологического состояния экосистем прибрежной зоны моря, динамики биогенных элементов и загрязняющих веществ в воде и в донных отложениях прибрежных акваторий, бухт, заливов, портов, морских устьев рек у побережья Крыма и Севастополя. Практические рекомендации с учетом районирования по видам загрязнений и антропогенной нагрузке с целью сохранения и реабилитации единой рекреационной зоны общегосударственного значения;
- математическое моделирование термогидродинамики прибрежной зоны моря и численные модельные эксперименты по оценке изменчивости состояния прибрежных акваторий под воздействием внешних факторов, расчет сценариев потенциально опасных, в том числе возможных экологических кризисных ситуаций в регионе;
- системный анализ процессов в морских экосистемах и эколого-экономических системах берег – море, создание адаптивных моделей управления балансом потребления и воспроизводства природных ресурсов с учетом биофизических и биохимических процессов в экосистемах прибрежной зоны, включая искусственные экосистемы аквакультуры.

По всем этим направлениям исследований МГИ РАН имеет фундаментальный научный задел и многолетний практический опыт работ, например [Иванов, Дулов и др., 2014], в том числе по разработке новых геоинформационных технологий мониторинга морской среды и натурных исследований динамики прибрежных вод. Концепция развития инструментального мониторинга в динамически активных прибрежных зонах реализуется в МГИ РАН при формировании класса интегрирующих в заданных пределах специализированных измерительных гидрофизических комплексов, позволяющих детализировать характеристики разномасштабных интенсивных природных процессов при высокой степени разрешения и точности измерений. К таким уникальным аппаратным комплексам относятся: кластер векторно-усредняющих эйлеровых измерителей горизонтальных течений, набор градиентно-распределенных измерителей вертикальной компоненты течений, комплекс попутных гидрофизических измерений (КГПИ) для оперативных лагранжевых исследований пространственной приповерхностной структуры оптико-гидролого-гидрохимических полей, а также многофункциональные зондирующие по глубине аппаратные комплексы (CTD).

Технология достоверных и репрезентативных исследований динамики прибрежных вод является совокупным геоинформационным продуктом, который включает перспективные измерительные методы и средства, оптимальные методики планирования эксперимента, получения, обработки и анализа информационных потоков. Приборную базу натурального эксперимента составляет набор указанных отечественных измерительных комплексов [Иванов, Дулов и др., 2014] и современной зарубежной аппаратуры, включая гидрологический комплекс SBE-09 с кассетой батометров и акустический доплеровский профилометр течений (ADCP) серии WHM300. Данные оперативного контроля динамики прибрежных водных масс и транспортных путей переноса биогенных и загрязняющих веществ непосредственно в прибрежной зоне позволяют оперативно оценить степень риска загрязнений акватории с вытекающими последствиями.

В рамках разработанной информационной технологии в последние годы выполнены регулярные исследования динамики прибрежных вод у южного побережья Крыма. Региональные особенности геоморфологии прибрежной зоны формируют устойчивую направленность атмосферных континентальных и морских потоков при развитии интенсивных анизотропных колебаний прибрежных течений в широком диапазоне пространственно-временных масштабов изменчивости [Кузнецов, Иванов и др., 2017]. Для оценки энергетических и пространственно-временных характеристик такой изменчивости течений используются полигонные измерительные антенны. Морские полигонные исследования – проверенная многолетней практикой информационная технология надежного получения и эффективного использования контактных натуральных данных, например [Иванов, Дулов и др., 2014]. Массив данных о динамике течений получен на стационарной океанографической платформе (СОП) у м. Кикинеиз, на локально-распределенных вдоль побережья судовых мелкомасштабных полигонах, а также на базе многодневных постановок кластеров заякоренных автономных буйковых станций в прибрежно-шельфовой зоне, что позволило подробно исследовать режим и особенности изменчивости прибрежных течений у южного побережья Крыма. Для детализации динамики мелкомасштабных вихревых структур в зонах придонных сбросов промышленно-сточных вод выполнялись регулярные серии краткосрочных судовых съемок акватории с отбором проб воды на тестовых полигонах. Для детальных исследований пространственной структуры приповерхностных океанологических полей использовался комплекс КГПИ, набор CTD-зондов и ADCP-профилометр течений [Морозов, Иванов и др., 2017]. Данные ADCP-съемок на судовых станциях в дрейфе использовались в сочетании с данными CTD-зондирования, что обеспечило получение синхронных вертикальных профилей горизонтальных компонент вектора скорости течений и гидрологических характеристик. Сечения поля скорости прибрежных течений по данным ADCP-измерений на ходу судна в сочетании с данными попутных КГПИ-измерений и спутниковыми изображениями морской поверхности позволили провести детальные исследования пространственных масштабов изменчивости.

При анализе накопленного массива натуральных данных выявлен среднемноголетний режим, особенности внутригодовой и сезонной изменчивости прибрежных течений у южного побережья Крыма, выполнены спектральные оценки вклада интенсивных синоптических вихре-волновых движений вод, мезомасштабных колебаний и внутреннего волнения в инерционно-гравитационном диапазоне изменчивости [Кузнецов, Иванов и др., 2017]. Отработана перспективная методика судовых комплексных междисциплинарных исследований мелкомасштабных вихре-волновых структур в зоне централизованного придонного сброса промышленно-сточных вод г. Севастополя у Гераклейского полуострова и получены новые экспериментальные данные для последующего анализа [Морозов, Иванов и др., 2017]. Выявлен ряд фактов: Среднемноголетнее прибрежное течение у южного берега Крыма при согласованной с Основным черноморским течением (ОЧТ) циклонической направленностью относительно глубокого моря имеет циклоническую завихренность вектора среднего течения по глубине при сдвиге направления от приповерхностного к придонному слою влево на угол 60° на вертикальной базе 20 м. В узкой прибрежной зоне вихре-волновые орбитальные движения вод от всех крупномасштабных внешних возмущений ОЧТ, включая длинноволновые движения и шельфовые волны, трансформируются в динамическую систему регулярно чередующихся коллинеарных возвратно-поступательных струйных вдольбереговых течений.

Предложенная технология мониторинга динамики вод и полученные практические результаты при необходимости могут быть использованы для работ в кризисных ситуациях.

Работа выполнена в Морском гидрофизическом институте РАН в рамках государственного задания по темам № 0827-2014-0010 «Фундаментальная океанология» и № 0827-2014-0011 «Оперативная океанография».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Беляев В.И., Совга Е.Е. и др. Оценка уровня антропогенных нагрузок на прибрежные зоны и экотоны Чёрноморского побережья Украины // Морской гидрофизический журнал. 2001. № 1. С. 55–63.

Иванов В.А., Дулов В.А., и др. Мониторинг прибрежной зоны на Чёрноморском экспериментальном подспутниковом полигоне. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2014. 526 с.

Кузнецов А.С., Иванов В.А. и др. Особенности мезомасштабной динамики вод у южного побережья Крыма в 2008–2016 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон. 2017. № 1. С. 32–39.

Морозов А.Н., Иванов В.А. и др. Акустический доплеровский профилометр течений как элемент комплексной системы оперативного контроля состояния водной среды в прибрежной зоне моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон. 2017. № 1. С. 23–31.

Овчинников И.М., Титов В.Б. и др. Основные гидрофизические процессы и их роль в экологии вод Чёрного моря // Океанология. 1993. Т. 33. № 6. С. 801–807.

УЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО И ВРЕМЕННОГО ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ГРУППЫ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

В.В. Кулыгин

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
kulygin@ssc-ras.ru

В настоящее время оценка рисков, возникающих в результате различных опасных природных явлений (ОЯ), обычно осуществляется посредством их независимого анализа, с использованием разных процедур и пространственно-временного разрешения. После чего результирующий мультириск рассчитывается как сумма оценок отдельных рисков. Этот подход может привести к серьезной недооценке или переоценке реального риска по следующим причинам. Во-первых, оценки риска отдельных типов опасностей не всегда подходят для взаимного сравнения, поскольку они имеют дело с различными пространственными и временными шкалами и используют разные подходы к определению уязвимости (vulnerability). Во-вторых, источники рисков отдель-

ных опасностей редко бывают независимыми, а наоборот, часто имеют причинно-следственную связь, поскольку между факторами опасности существуют пространственные и временные взаимозависимости. Поэтому оценка рисков ОЯ по отдельности затрудняет их сравнение из-за неявного предположения о независимости источников риска. Эти трудности могут быть преодолены только путем разработки новых подходов, которые позволят обеспечить надежные количественные оценки отдельных и связанных опасных событий и учесть «каскадные эффекты», которые обычно игнорируются при анализе риска отдельной опасности.

В настоящей работе рассматриваются две модельные конструкции для учета взаимодействий опасных явлений при оценке риска. Первая основана на использовании Байесовских сетей (БС) для оценки пространственного проявления каскадного эффекта. Второй подход к долгосрочной оценке риска, учитывающий цепочки/последовательности ОЯ, связан с использованием метода моделирования Монте-Карло (ММК).

Оценка вероятностей ОЯ с учетом пространственного каскадного эффекта

Очевидно, что одно ОЯ может спровоцировать другие опасные события, при этом возникает задача количественной оценки этих каскадных эффектов. Подход, описанный ниже, используется для определения вероятного пути распространения каскадных эффектов и для расчета вероятности каскадного эффекта на основе пространственного анализа и БС. Гибкая структура и метод моделирования, предлагаемые БС, позволяют анализировать каскадные эффекты через вероятностную структуру. Кроме того, взаимодействие между опасностями и связанные с этим неопределенности также могут быть выражены с использованием байесовской сети.

Выбор ОЯ и структура БС определяются на основе предварительного анализа группы/совокупности ОЯ, характерных для исследуемой области. Результатом анализа является качественная оценка связей между ОЯ. Пример такого анализа для Азовского моря представлен в работе [Кулыгин, 2017].

Моделирование мульти-ОЯ основано на растровых пространственных наборах данных (рис. 1), где каждая ячейка может рассматриваться как независимый объект со значениями используемых переменных. Растровый формат позволяет собирать разнообразные данные из разных источников и интегрировать их в единую систему моделирования БС на основе геопространственных методов.

Алгоритм моделирования вероятности каскадного эффекта выглядит следующим образом.

- 1) На основе выбранных ОЯ и пространственной оценки соответствующего риска определяются ячейки первичной опасности (например, шторма), где каскадный эффект может начаться (например, X1 на рис.1). Вероятностную оценку опасности X1 обычно оценивают путем анализа существующих баз данных.
- 2) В зависимости от типа возможных сценариев опасности максимальное расстояние воздействия от первичных ячеек опасности до ближайших ячеек определяется на основе существующих теоретических моделей. Эти близкие клетки определяются как ячейки потенциальной вторичной опасности (например, X2, X3, X4 на рисунке 1, предположим, это наводнение/нагон).
- 3) С использованием математических моделей или эмпирических зависимостей оцениваются условные распределения вероятностей $P(X2|X1)$, $P(X3|X1)$, $P(X4|X1)$.

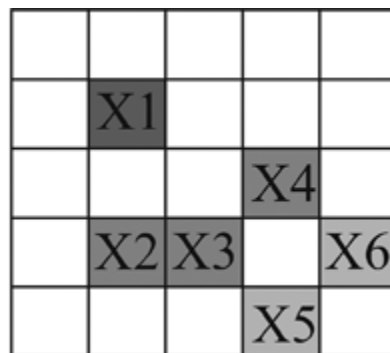


Рис. 1

Пространственное моделирование каскадного эффекта

Если рассматривать ячейки вторичной опасности как начало нового каскадного эффекта, этапы 2 и 3 повторяются для определения потенциальных ячеек третичной опасности (например, X5, X6 на рисунке 1, предположим, это оползни). Получаем оценку соответствующих условных распределений $P(X5|X2)$, $P(X5|X3)$, $P(X5|X4)$, $P(X6|X2)$, $P(X6|X3)$ и $P(X6|X4)$.

После создания подобного пространственного шаблона распространения каскадного эффекта (в форме БС) может быть оценена вероятность возникновения каскадного эффекта, которая рассчитывается как произведение вероятности первичного ОЯ на условную вероятность затронутых им ячеек. Подобным образом вероятность каскада определенного уровня вычисляется как вывод на БС по правилу произведения вероятностей.

Долгосрочная оценка мультириска с использованием метода Монте-Карло

При оценке роли взаимозависимостей между опасностями и рисками исследуемый регион, который можно рассматривать как сложную систему со многими степенями свободы, обычно невозможно описать аналитически, но можно промоделировать методом Монте-Карло.

Под термином «метод Монте-Карло» понимается широкий класс вычислительных алгоритмов, которые способны эффективно моделировать сложные физические и математические системы. Моделирование выполняется путем выполнения повторных детерминированных расчетов пользовательских моделей с использованием в каче-

стве входных данных значений случайных величин (то есть случайных значений, полученных из определенных пользователем вероятностных распределений). ММК часто используется для сложных, нелинейных моделей, содержащих несколько факторов неопределенности. Количество повторных расчетов, необходимых для установления вероятностных распределений выходных параметров, обычно зависит от количества входных параметров, их вероятностных распределений, сложности пользовательской модели и требований к точности вывода.

ММК требует генерации выборок случайных входных переменных из специально выбранных распределений. Для этого сначала выбирается тип распределения вероятности; затем определяются значение его параметров; после чего можно генерировать выборки из этих распределений. Следует отметить, что для сложных моделей этот подход предъявляет повышенные требования к вычислительной мощности.

При оценке мультириска каждый детерминированный расчет ММК создает возможный сценарий последовательности ОЯ для рассматриваемого периода времени, характеризующийся связанной с ним вероятностью. Каждый сценарий дает в качестве результата оценку потерь, основанную на выбранной метрике риска. Таким образом, конечным результатом всего процесса моделирования ММК является кривая вероятностного распределения для показателя риска.

Основными переменными в процедуре расчета являются время возникновения ОЯ, полученное из распределения вероятности, и само время, поскольку опасность и риск обусловлены как предыдущими ОЯ, так и зависящими от времени процессами, например старением.

Алгоритм расчета состоит из двух частей:

- 1) генерация последовательности событий $E=(t_i, e_i)$, где t_i – момент времени наступления события e_i ;
- 2) оценка потерь для полученной последовательности событий E .

Перед началом расчета определяется период оценки риска по времени $[T_{start}, T_{max}]$, список возможных ОЯ и распределения вероятностей их возникновения.

Порядок определения временной серии событий.

- 1.1. Сгенерировать набор из n событий (e_i) из выбранных распределений вероятности, моменты времени наступления которых (t_i) расположены внутри окна времени $[T_{start}, T_{max}]$.
- 1.2. Выбрать первое по временной хронологии событие e_j (т.е. такое, что $t_j = \min(t_i)$), и добавить пару (t_j, e_j) в итоговую последовательность E .
- 1.3. Обновить все распределения вероятностей возникновения событий, зависящих от события e_j и/или момента времени t_j .
- 1.4. Если $t_j < T_{max}$, то $T_{start} = t_j$ и перейти к пункту 1.1, иначе закончить генерацию последовательности E .

Расчет ожидаемых потерь для полученной последовательности событий E выполняется следующим образом. Для каждого события e_i из последовательности E в цикле $i = 1 \dots n$ выполнить следующее.

- 2.1. Обновить функции уязвимости, зависящие от времени t_i (старение) и/или от события e_{i-1} , где i – хронологический индекс события.
- 2.2. На основе функций уязвимости и интенсивности события e_i рассчитать долю повреждений для всех объектов, подверженных риску.
- 2.3. Рассчитать величину потерь L_i в соответствии с выбранной метрикой риска.
- 2.4. Выполнить корректировку показателя подверженности: вычесть L_i из текущих активов объектов, подверженных риску.

Предложенный алгоритм повторяется N раз (образуя тем самым стохастический процесс), причем N достаточно велико, чтобы получить хорошую аппроксимацию апостериорного распределения. Таким образом, определяются N траекторий возможного хода развития событий, при этом некоторые более вероятны, чем другие. Этот подход, основанный на вычислительном процессе, описываемом вероятностными распределениями, более устойчив, нежели использование фиксированного списка сценариев, определяемых экспертно. Более того, сложность моделируемой системы такова, что трудно предугадать некоторые неожиданные, но потенциально значимые последовательности событий, которые могут возникать в реальности в исследуемом регионе.

Две предложенные модельные конструкции позволяют учесть как пространственные, так и временные связи внутри группы ОЯ и могут служить основой для метода расчета влияния совокупности опасных природных явлений на интегральную оценку риска.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-60043 мол_а_дк.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кулыгин В.В. Методика оценки взаимовлияния совокупности опасных природных явлений // Геориск. 2017. № 2. С. 30–37.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ ПОГОДНЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НА ЮГЕ РОССИИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

И.В. Латышева¹, С.В. Латышев², К.А. Лощенко¹, В.Л. Макухин^{1,3}, А.С. Щеблыкин¹

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск

³Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

ababab1967@mail.ru, lavserg@icloud.com, loshchenko@bk.ru, aerosol@lin.irk.ru, foxdesert@mail.ru

Исследования региональных изменений климата на территории России в настоящее время приобретают все большую актуальность в связи с увеличением повторяемости и интенсивности погодных аномалий в различных регионах [Шерстюков, 2008; Груза, Ранькова 2015; Панин, Дианский, 2017]. Одним из таких регионов является Южный федеральный регион (в дальнейшем именуемый юг России), где, по данным метеостанции Ростов-на-Дону, только на период 2001–2016 гг. приходятся самые высокие с 1891 г. значения средней температуры воздуха (январь 2007 г., февраль 2016 г., март 2008 г., август 2010 г., ноябрь 2010 г.). Рекордно влажными по количеству месячной суммы осадков, начиная с 1936 г., являются: февраль 2004 г., март 2009 г., май 2016 г., август 2004 г., октябрь 2013 г., а рекордно сухими – июль 2014 г., август 2008 г., сентябрь 2005 г., сентябрь 2015 г., ноябрь 2014 г.

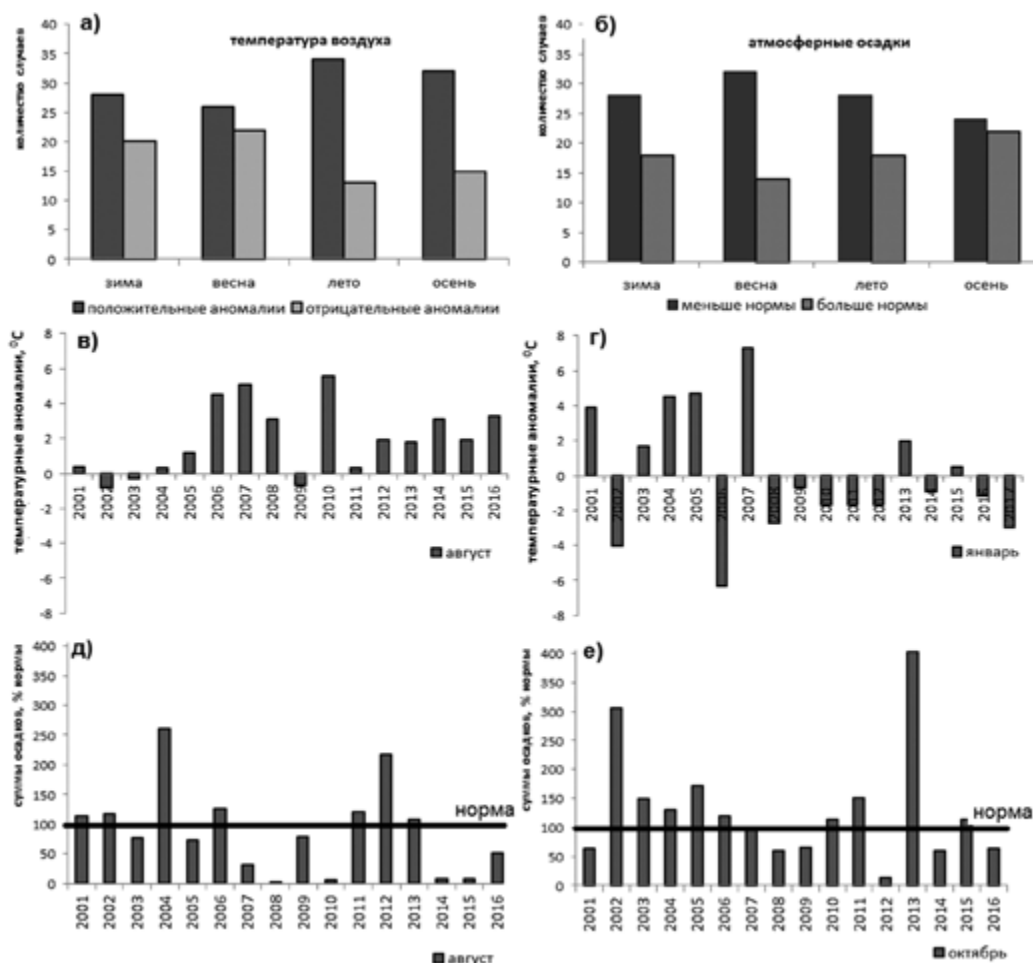


Рис. 1

Распределение числа случаев и средних месячных значений положительных и отрицательных аномалий температуры воздуха (а, в, г) и атмосферных осадков больше и меньше нормы (б, д, е), по данным метеостанции Ростов-на-Дону (2001–2016 гг.)

В работе проведено исследование современных тенденций изменений климата на юге России по данным метеостанции Ростов-на-Дону [http://rp5.ru] за 2001–2016 гг., проанализированы сезонные особенности аномалий температуры воздуха и атмосферных осадков. На основе синоптического и корреляционного анализов метеорологических полей и климатических индексов, полученных по данным Реанализов [http://www.ncdc.noaa.gov/] и Гидрометцентра России [http://meteoinfo.ru/], исследованы циркуляционные факторы формирования крупных погодных аномалий на юге России в современный период.

В исследуемый период 2001–2016 гг., по данным метеостанции Ростов на-Дону, во все календарные сезоны года положительные аномалии средней месячной температуры воздуха отмечались чаще, чем отрицательные аномалии, особенно летом, когда положительные аномалии превысили отрицательные в 3 раза (рис. 1а). В многолетней динамике тенденция роста средних температур наблюдалась в марте, июне, июле, августе, сентябре, ноябре и декабре, тогда как отрицательные аномалии средних месячных температур преобладали только в январе и апреле (рис. 1г). Месячные суммы атмосферных осадков во все календарные сезоны года чаще не достигали критериев климатической нормы (рис. 1б), но в отдельные годы могли в 3–4 раза превысить многолетнюю норму (рис. 1е).

Таким образом, отличительной особенностью современного климата Ростова-на-Дону является повышение средних температур во все месяцы, кроме января и апреля, которое наблюдается не только у поверхности Земли, но и в средней тропосфере. Наиболее выражен рост температур в феврале и в летние месяцы, что согласуется с результатами исследований, полученными ранее [Ашабоков, Бисчоков, 2008; Ташилова, Кешева, 2016]. На верхней границе тропосферы во все месяцы, кроме мая и июня, преобладали отрицательные аномалии средних месячных температур. Установлено, что рост температур в значительной толще тропосферы сопровождался незначительным падением давления у поверхности Земли, преимущественно в холодный период года, а также повышением геопотенциальных высот в средней тропосфере.

Анализ карт аномалий метеорологических полей на разных уровнях тропосферы показал, что тенденции роста температур на юге России действительно сопровождалось усилением циклогенеза у поверхности Земли и процессов блокирования на высотах. Их влияние также подтверждает синоптический анализ условий формирования аномально высоких температур, рекордно больших и рекордно малых сумм атмосферных осадков по данным станции Ростов-на-Дону за 2001–2016 гг. (рис. 2). Выявлено, что рекордно высокие температуры воздуха зимой и в переходные сезоны года были связаны с влиянием теплых секторов атлантических и нередко южных циклонов, длительно стационарирующих в регионе, при наличии блокирующих процессов на востоке. Наглядно это видно на примере аномально теплого января 2007 г. (аномалия +7,3 °С) (рис. 2а,г).

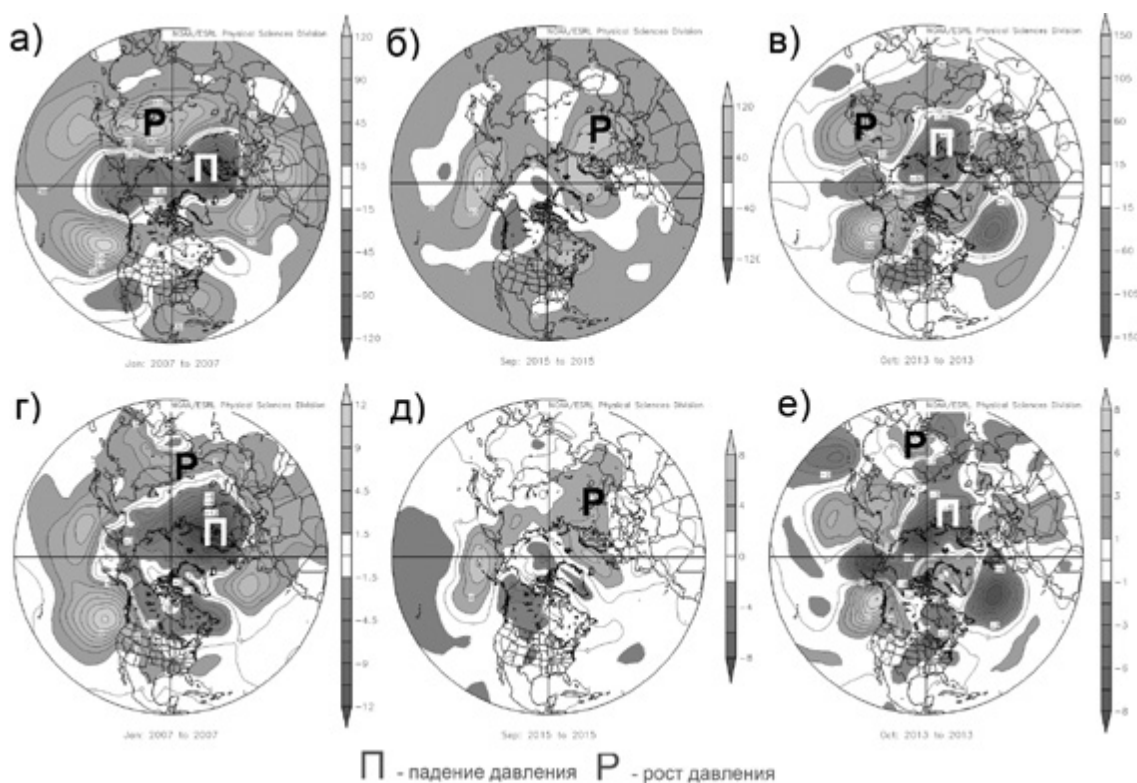


Рис. 2

Аномалии геопотенциальных высот (а–в) и приземного давления (г–е) по отношению к климатическому периоду 1981–2010 гг. в январе 2007 г., сентябре 2015 г. и октябре 2013 г.

Рекордно высокие температуры летом и рекордно малые суммы осадков летом и осенью наблюдались при наличии блокирующего антициклона над Европой и югом России с аномалиями геопотенциала, достигающими +10... +12 дам. Примером является аномально сухая погода с отсутствием осадков в сентябре 2015 г. (рис. 2б, д). Рекордные максимумы атмосферных осадков в Ростове-на-Дону были связаны с углублением высотных ложбин (с аномалиями до –6 дам), как следствие, усилением полярной ветви высотной фронтальной зоны и значительным смещением ее к югу. При развитии активного циклогенеза над Средиземным и Чёрным морями месячные суммы осадков на юге России в 2–4 раза превышали климатическую норму, что наглядно видно на примере выпадения рекордного количества осадков (157 мм) в Ростове-на-Дону в октябре 2013 г. (рис. 2в, е). Следует отметить, что интенсивность и продолжительность выпадения атмосферных осадков тоже существенно зависит от наличия блокирующих процессов на востоке.

Для определения возможных причин наблюдаемых изменений климата на юге России выполнен спектральный анализ временных рядов аномалий температуры воздуха и атмосферных осадков по данным метеостанции Ростов на-Дону в 2001–2016 гг. Выделено преобладание циклов короткого периода: в аномалиях температуры воздуха 3-, 4-месячные, полугодовой, 2- и 3-летние колебания, а в аномалиях осадков 2-, 3-, 4-месячные, полугодовой. Интересно, что наряду с циклами короткого периода, как в аномалиях температуры воздуха, так и атмосферных осадков, хорошо выражен 8-летний цикл. Преобладание циклов короткого периода может указывать на вклад синоптических процессов в формирование погодных и климатических аномалий в исследуемом регионе.

Для исследования циркуляционных факторов современных тенденций изменения климата на юге России применен корреляционный анализ полей температуры воздуха поля у поверхности Земли с климатическими индексами: North Atlantic oscillation (NAO) – северо-атлантическое колебание; Arctic oscillation (AO) – арктическое колебание, SOI (South Oscillation Index) – индекс южного колебания, Nino4 – один из индексов Эль-Ниньо [Banholzer, Donner, 2014]. Кроме того, рассчитывались коэффициенты парной корреляции между изменениями температуры воздуха у поверхности Земли и глобальной температурой.

Оказалось, что наиболее высокий уровень корреляционной связи температура воздуха на юге России имеет с глобальной температурой, особенно в летний период. Обращает внимание усиление в летние месяцы взаимосвязи вариаций температуры на юге России с индексом южного колебания, а в зимние месяцы – с индексом северо-атлантического колебания и Эль-Ниньо, что неплохо согласуется с более ранними результатами [Воскресенская, Михайлова, 2010; Коваленко, Бардин, 2017]. Интересно, что уровень корреляционной связи с арктическим колебанием (АО) и температурой воздуха на юге России оказался незначительным.

Современные особенности климатического режима на юге России характеризуются увеличением количества положительных температурных аномалий и рекордных сумм атмосферных осадков. Одной из причин является усиление процессов блокирования на фоне повышения температур и роста геопотенциальных высот в средней тропосфере. Усиление процессов блокирования особенно ярко проявляется в летние месяцы и, возможно, связано с усилением адвекции тепла с юга, на что указывают относительно высокие уровни корреляционной связи с индексом южного колебания (SOI). Очевидно, что существенный вклад в аномалии температуры воздуха и атмосферных осадков на юге России вносят синоптические вихри, особенно зимой и в переходные сезоны года. На это указывают синоптический анализ, преобладание циклов короткого периода в вариациях температуры воздуха и атмосферных осадков, а также усиление зимой корреляционной связи температуры воздуха с северо-атлантическим колебанием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ашабоков Б.А., Бисочков Р.М. и др. Анализ и прогноз климатических изменений режима осадков и температуры воздуха в различных климатических зонах Северного Кавказа. Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2008. 182 с.
- Воскресенская Е.Н., Михайлова Н.В. Классификация событий Эль-Ниньо и погодно-климатические аномалии в Чёрноморском регионе // Доповіді національної академії наук України. № 3. 2010. С. 124–130.
- Гидрометцентр России. URL: <http://meteoinfo.ru/>
- Груза Г.В., Ранькова Э.Я. и др. Географические и сезонные особенности современного глобального потепления // Фундаментальная и прикладная климатология. 2015. Т. 2. С. 41–62.
- Коваленко О.Ю., Бардин М.Ю. и др. Изменения характеристик экстремальности температуры воздуха в Причерноморском регионе и их изменчивость в связи с крупномасштабными климатическими процессами межгодового масштаба // Фундаментальная и прикладная климатология № 2. 2017. С. 42–62.
- Панин Г.Н., Дианский Н.А. и др. Оценка климатических изменений в Арктике в XXI столетии на основе комбинированного прогностического сценария // Арктика: экология и экономика. 2017. № 2 (26). С. 35–52.
- Расписание погоды. URL: <http://rp5.ru>

Ташилова А.А., Кешева Л.А. и др. Анализ изменчивости температуры на горной территории Северного Кавказа за 1961–2012 гг. // Метеорология и гидрология. 2016. № 9. С. 16–26.

Шерстюков Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2008. 246 с.

Banholzer S., Donner S. The influence of different El Niño types on global average temperature // Geophysical Research Letters. 2014. Vol. 41. Iss. 6. P. 2093–2099. doi: 10.1002/2014GL059520.

National Climatic Data Center. URL: <http://www.ncdc.noaa.gov/>

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАЛАНСА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В СЛОЖНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

А.В. Малков, И.С. Помеляйко

ООО «Нарзан-гидроресурсы», г. Кисловодск
anatol.Malkov@yandex.ru, i.pomelyayko@yandex.ru

При изучении или подсчете запасов подземных вод, одиночных водозаборов или компактных групп скважин, расположенных в сложных гидрогеологических условиях (обычно это IV группа сложности по классификации Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) РФ [Методические рекомендации, 2007]), используется гидравлический метод подсчета запасов. Это наиболее точный метод, позволяющий по фактическим данным дать прогноз на некоторую перспективу, однако у него есть существенный недостаток. Гидравлика не дает возможности рассчитать баланс подземных вод, что затрудняет прогнозные расчеты минерального состава, а зачастую этот фактор бывает определяющим, например, при прогнозировании ионно-солевого состава лечебных минеральных вод.

В статье приводится опыт прогнозирования характеристик минеральных вод Березовского участка Кисловодского месторождения. На рисунке 1 представлена расчетная схема одиночной эксплуатационной скважины, у которой на расстоянии (r) имеется наблюдательная скважина.

Оценку баланса подземных вод можно получить из следующих соображений. Положим, что формирование общего водоотбора (Q_0) поддерживается из составляющих: геометрического объема осушенного пласта (Q_r); упругих запасов (Q_{μ^*}) и за счет перетекания (Q_b):

$$Q_0 = Q_r + Q_{\mu^*} + Q_b \text{ или} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \frac{Q_r}{Q_0} = \frac{\pi r^2 km}{k/n_a Q_0 t} \\ \frac{Q_b}{Q_0} = \frac{\pi r^2 S_{cp} b}{Q_0} \\ \frac{Q_{\mu^*}}{Q_0} = \frac{\pi r^2 S_{cp} \mu^*}{Q_0 t} \end{cases}, \quad (2)$$

где S_{cp} – среднее снижение уровня в пределах радиуса r на момент времени t ; k – коэффициент фильтрации; km – водопроводимость пласта; n_a – активная пористость; μ^* – упругая водоотдача пласта; b – параметр перетекания.

Из (1, 2) можно получить соотношения балансовых составляющих подземных вод. Однако в выражении (2) неясной остается величина S_{cp} . Ее можно определить следующим образом. Рассмотрим схему (рис. 1). Здесь пунктиром изображена кривая депрессионной воронки, которая возникает при откачке из скважины.

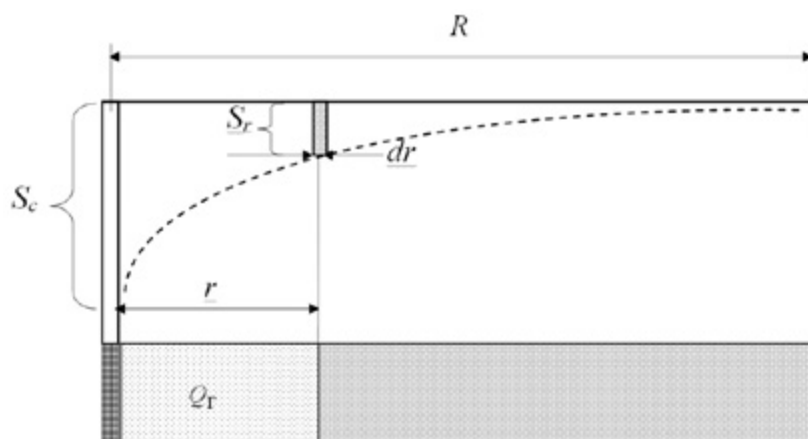


Рис. 1
Расчетная схема

В данном случае среднее понижение (S_{cp}) есть такое понижение, при котором объем фигуры, заключенный между нулевым понижением (статическим уровнем) и кривой депрессии (динамическим уровнем), будет равен объему цилиндра такого же радиуса (r) и высотой (S_{cp}). С этой целью выделим элементарный объем (dr) на расстоянии (r) от скважины. Элементарный объем кольца будет равен

$$dV = 2\pi \cdot r^2 \cdot S_r \cdot dr. \quad (3)$$

Понижение уровня (S_r) может быть определено по формуле Дюпюи [2]:

$$S_r = \frac{Q_0}{2\pi km} \operatorname{Ln} \frac{R}{r}. \quad (4)$$

С учетом (4), (3) может быть записано в следующем виде:

$$dV = r \cdot \frac{Q_0}{km} \operatorname{Ln} \frac{R}{r} \cdot dr \quad \text{или}$$

$$V = \int_{r_c}^r r \cdot \frac{Q_0}{km} \operatorname{Ln} \frac{R}{r} \cdot dr. \quad (5)$$

Интегрируя (5) и отбрасывая малые члены, можно получить:

$$V = \frac{Q_0 \cdot r^2}{4km} \left(\operatorname{Ln} \frac{R^2}{r^2} + 1 \right).$$

Полагая с другой стороны $V = \pi \cdot r^2 \cdot S_{cp}$, найдем (S_{cp}):

$$S_{cp} = \frac{Q_0}{2\pi km} \operatorname{Ln} \frac{\sqrt{e} \cdot R}{r} = \frac{Q_0}{2\pi km} \operatorname{Ln} \frac{1,65 \cdot R}{r}. \quad (6)$$

В условиях гидравлической связи рассматриваемого горизонта с соседними величина радиуса влияния (R) может быть определена по формуле [3]:

$$R = 1,5 \cdot \sqrt{\frac{a^* \cdot t}{(1 + 1,78 \frac{b}{\mu^* t})}}. \quad (7)$$

При наличии наблюдательной скважины радиус может быть рассчитан по фактическим данным. В конечном итоге (2) может быть переписано следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{Q_r}{Q_0} = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot km}{k/n_a \cdot Q_0 \cdot t} \\ \frac{Q_b}{Q_0} = \frac{r^2 \cdot b}{2 \cdot km} \operatorname{Ln} \frac{1,65 \cdot R}{r} \\ \frac{Q_{\mu^*}}{Q_0} = \frac{r^2 \cdot \mu^*}{2 \cdot km \cdot t} \operatorname{Ln} \frac{1,65 \cdot R}{r} \end{cases}. \quad (8)$$

Рассмотрим решение задачи на примере скважины № 7-РЭ, из которой добывается минеральная вода «Нарзан» для промышленного розлива. Скважина эксплуатируется с дебитом $Q_0 = 250 \text{ м}^3/\text{сут.}$ Параметры горизонта определены по данным опытно-фильтрационных и миграционных работ: $km = 12 \text{ м}^2/\text{сут.}$; $\mu^* = 0,0014$; $k/n_a = 3,76 \text{ м/сут.}$; $b = 0,00009 \text{ сут.}^{-1}$.

Произвольно взяты моменты времени 500, 1000, 1500, 2000, 2500 и 5000 сут. А также произвольно заданы значения радиуса контура сжатия линзы: 60, 100, 150, 200, 250 и 370 м. На каждый момент времени рассчитывался радиус влияния скважины (R) по зависимости (7), и для выбранных моментов времени (t) и радиуса (r) по системе уравнений (8) определялись соотношения балансовых составляющих водопритока. Далее для каждого момента времени и радиуса (r) производилось суммирование элементов водного баланса:

$$\frac{Q_r}{Q_0} + \frac{Q_b}{Q_0} + \frac{Q_{\mu^*}}{Q_0} = \frac{Q_{\Sigma}}{Q_0}. \quad (9)$$

Далее строился график в координатах $Q_{\Sigma}/Q_0 \div r$, он представлен на рисунке 2.

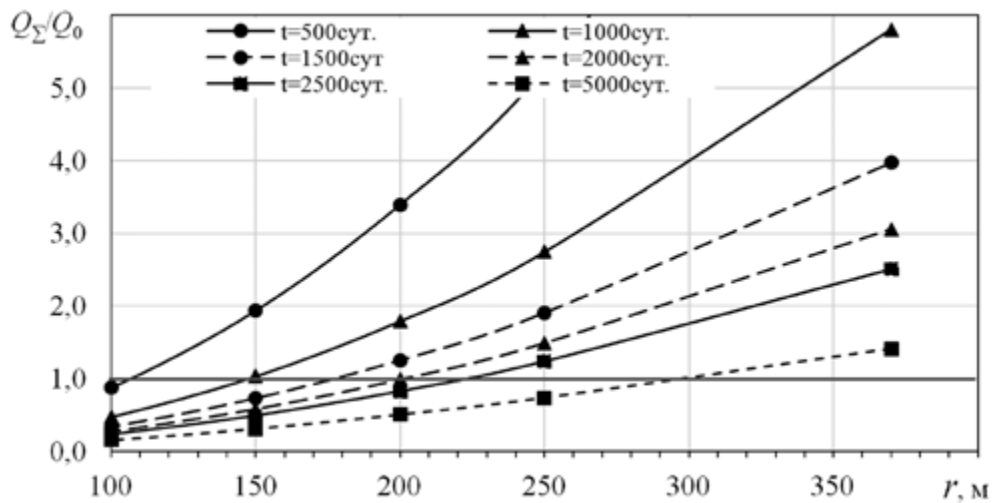


Рис. 2

Расчет радиуса контура сжатия линзы

Искомые значения радиуса сжатия линзы (r) найдутся из условия $Q_{\Sigma}/Q_0 = 1,0$. Решение представлено графически на рисунке 3.

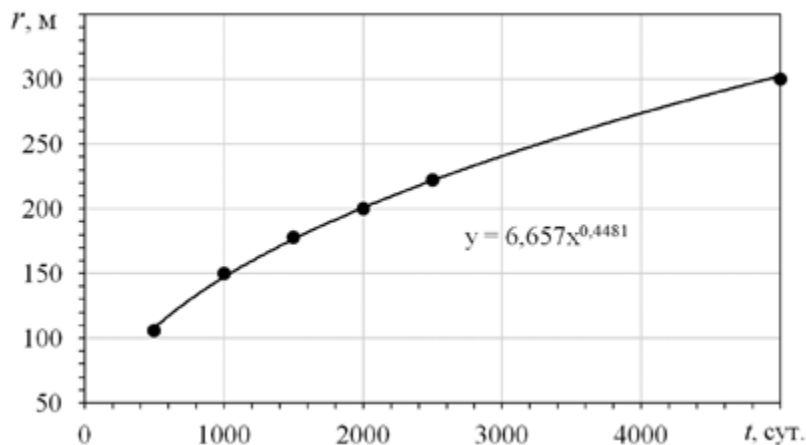


Рис. 3

Динамика развития радиуса контура (r) во времени

Далее задача решается снова по системе (8), но уже с известными значениями (r). В таблице 1 представлены результаты расчетов элементов водного баланса.

РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА

t , сут.	R , м	r , м	Q_r/Q_0	Q_b/Q_0	Q_{μ^*}/Q_0	Q_z/Q_0
500	407,0	106	0,901	0,078	0,002	0,981
1000	408,7	150	0,902	0,127	0,002	1,031
1500	409,3	178	0,847	0,158	0,002	1,007
2000	409,6	200	0,802	0,183	0,001	0,986
2500	409,8	222	0,790	0,206	0,001	1,006
5000	410,1	300	0,722	0,275	0,001	0,998

Как следует из расчетов, основной водоприток обеспечивается из водоносного горизонта (Q_r), а также за счет перетекания из вышележащего водоносного горизонта (Q_b). Упругие запасы в общем балансе не превышают 0,2 %, что свидетельствует о практически стационарном режиме фильтрации.

Прогноз динамики изменения минерализации выполняется на основе закона смешения. Рассматривалась схема «поршневого» вытеснения, без учета дисперсии. Расчетная формула имеет вид

$$m = \frac{\sum(m_i \cdot L_i)}{2\pi \cdot r} \cdot \frac{Q_r}{Q_0} + \frac{m_b \cdot Q_b}{Q_0}, \quad (10)$$

где m – прогнозируемое значение минерализации в скважине на определенный момент времени; r – радиус контура сжатия линзы на интересующий момент времени; m_i – среднее значение минерализации на дуге длиной L_i на контуре радиусом r ; m_b – среднее значение минерализации в питающем горизонте на площади, околуконтурной радиусом r .

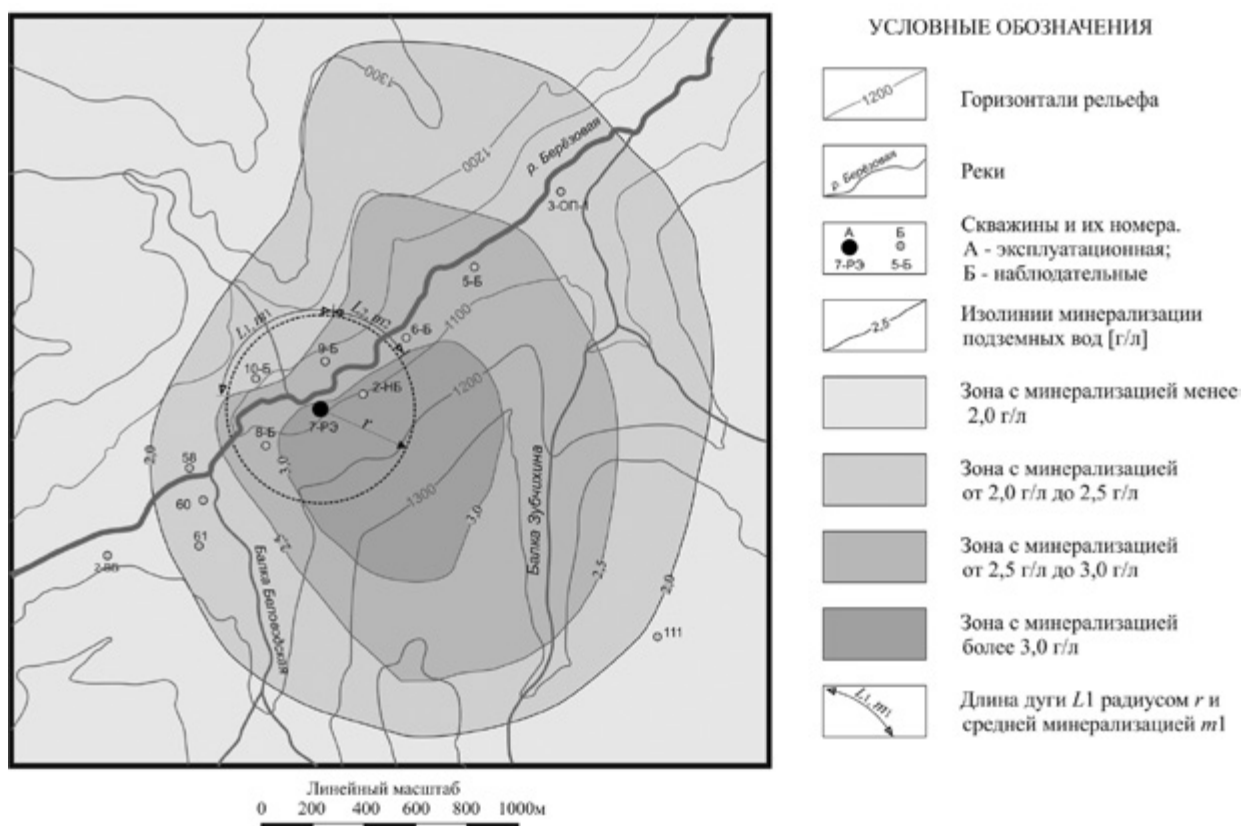


Рис. 4
Расчетная схема Березовского участка

Методика успешно использовалась при экспертизе запасов минеральных вод в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Малков А.В., Першин И.М., Помеляйко И.С. и др. Кисловодское месторождение углекислых минеральных вод: системный анализ, диагностика, прогноз, управление. М.: Наука, 2015. 283 с.

Методические рекомендации по применению Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 30 июля 2007 г. № 195 (утв. распоряжением МПР РФ от 27 декабря 2007 г. № 69-р).

Силин-Бекчурин А.И. Динамика подземных вод. М.: Изд-во МГУ, 1958. 258 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ АЭРОЗОЛЕЙ И ГАЗОВЫХ ПРИМЕСЕЙ НА ЮГЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

В.Л. Потемкин, В.А. Оболкин, В.Л. Макухин

Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск
obolkin@lin.irk.ru

Целью данной работы являлось исследование экологического состояния атмосферы в регионе озера Байкал в зависимости от метеорологических условий и выбросов различных источников загрязнения. Для решения поставленной проблемы использовались как прямые инструментальные измерения с борта научно-исследовательских судов в полевых условиях, так и численные эксперименты с использованием математической модели пространственного распространения примесей.

В полевых условиях с помощью автоматических хемилюминесцентных газоанализаторов фирмы «ОПТЭК» (г. Санкт-Петербург) проводились измерения концентраций основных антропогенных газовых примесей (SO_2 , H_2S , NO_2 , NO , CO_2) как над всей акваторией озера, так и вблизи основных источников загрязнений. Чувствительность газоанализаторов составляла 1 мкг/м^3 , временное разрешение 1–2 минуты. Соответственно при скорости движения судна 16 км/час пространственное разрешение составляет около 300 м [Оболкин, Потемкин и др., 2017].

Исследование процессов распространения и трансформации примесей проводилось также с помощью математической модели, основанной на численном решении трехмерного нелинейного нестационарного полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии примесей [Аргучинцев, Аргучинцева, 2007; Аргучинцев, Макухин, 1996]. Кроме процессов адвективного и конвективного переноса и турбулентной диффузии модель учитывает трансформацию малых газовых составляющих атмосферы.

Результаты измерений. Полевые измерения основных загрязняющих примесей, проведенные в июле 2016 г., показывают, что при отсутствии дальних переносов загрязнений от крупных региональных угольных ТЭЦ средние суточные концентрации исследуемых примесей имеют низкие, близкие к фоновым величины.

Ранее проведенные измерения концентраций диоксида серы по маршруту Иркутск – Южный Байкал [Оболкин, Потемкин и др., 2014; Obolkin, Potemkin et al., 2014] в июле 2013 г. при северо-западном переносе показали, что возможно формирование полей повышенных концентраций SO_2 в Южном Байкале, связанных с переносами шлейфов выбросов угольных ТЭЦ Иркутска и Шелехова. В частности, следы таких шлейфов были выявлены в июле 2013 г. в средней части Иркутского водохранилища (район Бурдаковки – до $0,04\text{--}0,08 \text{ мг/м}^3$) и на Байкале, между пос. Большие Коты и Листвяжкой (до $0,020\text{--}0,054 \text{ мг/м}^3$). В июле 2014 г. было также зафиксировано поле высоких концентраций SO_2 (до $0,2 \text{ мг/м}^3$) южнее дельты Селенги, в районе пос. Бабушкин, связанное с выносом загрязнений из долины р. Селенги. Такие случаи, по-видимому, довольно редки и возможны только при формировании особых метеоусловий.

Численное моделирование. Первая серия численных экспериментов была проведена для исследования распространения выбросов от предприятий Каменска и Селенгинска. Моделирование процессов распростра-

нения примесей проводилось в области площадью $100 \times 60 \text{ км}^2$ и высотой 4 км над поверхностью оз. Байкал. Шаг по вертикали задавался следующим образом: до высоты 350 м он равнялся 50 м, далее – 150 м, 500, 1000 и 2000 м. Шаги по времени и горизонтали составляли 300 с и 1000 м соответственно. Коэффициенты турбулентной диффузии рассчитывались с использованием соотношений полуэмпирической теории турбулентности [Аргучинцев, Макухин, 1996]. Интенсивность источников выбросов задавалась по данным работ [Государственный ... 2016; Государственный ... 2012]. Высота источников выбросов составляла 100 м от поверхности земли.

Проведены численные эксперименты и получены распределения рассчитанных с помощью модели [Аргучинцев, Макухин, 1996] значений концентраций диоксидов серы и азота в долине р. Селенга при характерном для периода ноябрь – январь ветровом потоке восток-северо-восточного направления скоростью 2 м/с. Горизонтальные коэффициенты турбулентной диффузии примесей не превышали $1100 \text{ м}^2/\text{с}$, вертикальный – $8 \text{ м}^2/\text{с}$. На рисунке 1 представлено распределение рассчитанных с помощью модели значений концентраций диоксида серы.

Выполнены также расчеты значений концентраций диоксидов серы и азота при ветровом потоке того же направления, но имеющем скорость 1 м/с и с меньшими значениями горизонтального коэффициента турбулентности, не превышавшими $600 \text{ м}^2/\text{с}$. По сравнению с предыдущим экспериментом (при скорости ветра 2 м/с) значения приземных концентраций на одинаковом расстоянии от источника выбросов больше, что объясняется более слабыми диффузионными процессами.

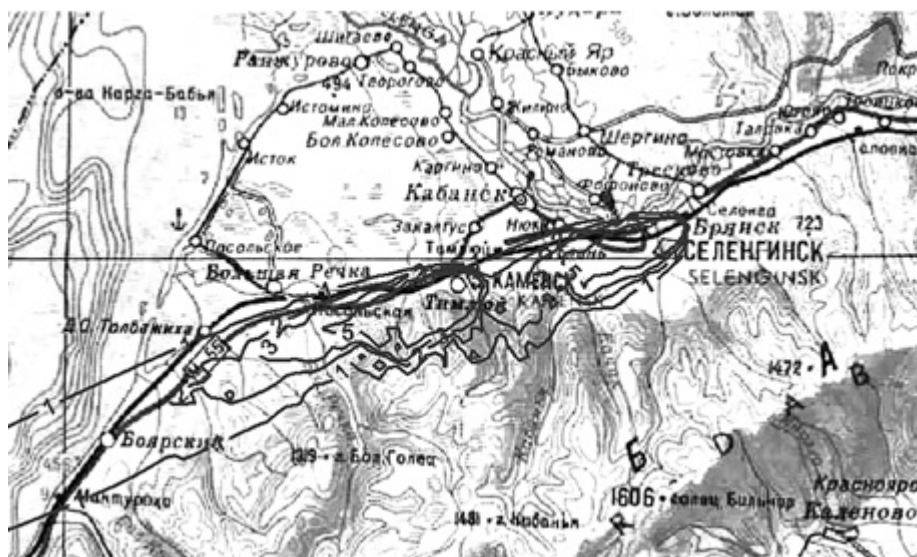


Рис. 1

Изолинии рассчитанных приземных концентраций диоксида серы на восточном побережье Байкала при восток-северо-восточном ветре скоростью 2 м/с, в $\text{мг}/\text{м}^3$

Следующие численные эксперименты проводились при значении вертикального коэффициента турбулентности $3 \text{ м}^2/\text{с}$. Шаг по времени составлял 60 с. Шаг по вертикали задавался следующим образом: до высоты 100 м он равнялся 20 м, до высоты 350 м – 50 м, далее – 150 м, 500, 1000 и 2000 м. Высота источников выбросов составляла 20 м от поверхности земли. Получено, что при том же направлении ветрового потока значения приземных концентраций на одинаковом расстоянии от источника выбросов больше, чем в случае более высокого источника.

Следующие численные эксперименты были выполнены при восток-северо-восточном ветре при отсутствии рельефа. Над горизонтально однородной поверхностью примесь распространяется на большее расстояние от источника выбросов.

Третья серия численных экспериментов была проведена для исследования распространения выбросов от предприятий Иркутско-Черемховского промышленного узла, городов Слюдянка, Байкальск, Каменск и Селенгинск. Моделирование процессов распространения примесей проводилось в области площадью $350 \times 200 \text{ км}^2$ и высотой 4 км над поверхностью оз. Байкал. Шаг по вертикали задавался следующим образом: до высоты 200 м он равнялся 50 м, далее до высоты 500 м – 100 м, далее – 500 м, 1000 и 2000 м. Шаги по времени и горизонтали изменялись от 60 до 150 с и от 500 до 1000 м соответственно. Коэффициенты турбулентной диффузии рассчитывались с использованием соотношений полуэмпирической теории турбулентности [Аргучинцев, Макухин, 1996].

Численные расчеты проводились при различных метеорологических условиях: при характерном для весеннего периода ветровом потоке запад-северо-западного направления скоростью 5 м/с (горизонтальные коэф-

фициенты турбулентной диффузии примесей не превышали $2300 \text{ м}^2/\text{с}$), при северо-западном ветре в долине Ангары и юго-западном – в Забайкалье, при запад-северо-западном ветре в долине Ангары и запад-юго-западном – в Забайкалье, при запад-северо-западном ветре в долине Ангары и юго-юго-западном – в Забайкалье скоростью также 5 м/с при различных значениях горизонтального коэффициента турбулентной диффузии, при запад-северо-западном ветре в долине Ангары и северном, север-северо-восточном и северо-восточном ветрах – в Забайкалье скоростью 5 м/с , а также при метеорологической ситуации, характерной для декабря, когда ветровые потоки направлены с холодной суши на теплое озеро (рис. 2). Результаты численных экспериментов показали, что метеорологические условия оказывают существенное воздействие на процессы переноса, диффузии и трансформации загрязняющих веществ в атмосфере.

Заключение. По данным судовых измерений лета 2016 г., в атмосфере Байкала преобладают низкие концентрации основных загрязняющих веществ. Средние суточные концентрации окислов серы и азота составляют от $0,001$ до $0,005 \text{ мг/м}^3$, что близко к фоновым величинам.

Стационарные энергоисточники, находящиеся в центральной экологической зоне (дизельные электростанции, небольшие ТЭЦ), оказывают незначительное, локальное влияние на качество атмосферы над озером. Значительно большее загрязнение атмосферы центральной зоны может быть связано с периодическим влиянием шлейфов атмосферных выбросов угольных ТЭЦ, расположенных вокруг крупных городов в долинах рек Ангары и Селенга (Иркутск, Ангарск, Улан-Удэ, Гуиноозерск). Такие переносы, помимо прямого загрязнения воздуха, могут вызывать закисление атмосферных выпадений в котловине озера. В связи с этим внедрения экологически чистого энергоснабжения населенных пунктов только в центральной экологической зоне Байкала будет недостаточно для улучшения общей ситуации с загрязнением воздушной среды озера. Необходимо снижать выбросы крупных угольных ТЭЦ городов региона. Радикальным решением был бы перевод их в перспективе на газовое топливо.

Результаты расчетов по модели качественно и количественно совпадают с данными полевых измерений. При слабо выраженных турбулентных процессах в атмосфере выбросы предприятий городов, расположенных в долинах рек Ангары и Селенга, могут распространяться узкой полосой на Южный Байкал с соответствующими воздушными потоками. Модельные оценки подтверждают также возможность застоя и накопления выбросов Байкальска, Каменска и Селенгинска на склонах окружающих хребтов и в орографически замкнутых котловинах.

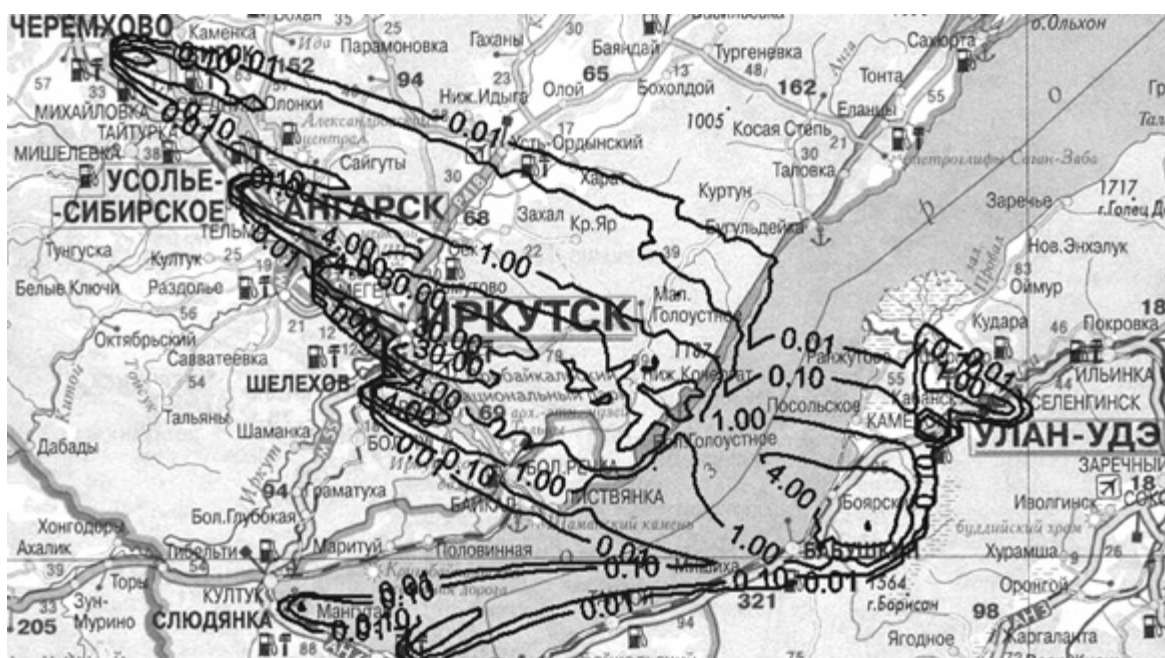


Рис. 2

Изолинии рассчитанных приземных концентраций диоксида серы в регионе Южного Байкала в декабре, в мкг/м^3 Скорость ветра 5 м/с

Полученные результаты могут быть использованы при разработке концепций эффективной эксплуатации рекреационных ресурсов региона озера Байкал.

Работа выполнена в рамках госпрограммы VIII.76.1.5 «Изменения абиотических и биотических характеристик озера Байкал под влиянием природных и антропогенных факторов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аргучинцев В.К., Аргучинцева А.В. Моделирование мезомасштабных гидротермодинамических процессов и переноса антропогенных примесей в атмосфере и гидросфере региона оз. Байкал. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2007. 255 с.

Аргучинцев В.К., Макухин В.Л. Математическое моделирование распространения аэрозолей и газовых примесей в пограничном слое атмосферы // Оптика атмосферы и океана. 1996. Т. 9. № 6. С. 804–814.

Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 272 с.

Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2015 году». Улан-Удэ: Мин-во природ. ресурсов Респ. Бурятия, 2016. 249 с.

Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2011 году». Улан-Удэ: Мин-во природ. ресурсов Респ. Бурятия, 2012. 136 с.

Оболкин В.А., Потемкин В.Л., Макухин В.Л., Ходжер Т.В., Чипанина Е.В. Дальний перенос шлейфов атмосферных выбросов региональных угольных ТЭЦ на акваторию Южного Байкала // Оптика атмосферы и океана. 2017. Т. 30. № 1. С. 60–65.

Оболкин В.А., Потемкин В.Л., Макухин В.Л., Чипанина Е.В., Маринайте И.И. Особенности пространственного распределения диоксида серы в Прибайкалье по данным маршрутных измерений и численных экспериментов // Метеорология и гидрология. 2014. № 12. С. 35–41.

Obolkin V.A., Potemkin V.L., Makukhin V.L., Chipanina Y.V. & Marinayte I.I. Low-level atmospheric jets as main mechanism of long-range transport of power plant plumes in the Lake Baikal Region // International Journal of Environmental Studies. 2014. Vol. 71. Iss. 3. P. 391–397.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СНЕГОНАКОПЛЕНИЯ И ТАЯНИЯ ЛЕДНИКА ДЖАНКУАТ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАВКАЗ)

О.О. Рыбак^{1,2}, Е.А. Рыбак^{1,2}

¹ Сочинский научно-исследовательский центр РАН, г. Сочи

² Филиал Института природно-технических систем, г. Сочи
elena.rybak@gmail.com; o.o.rybak@gmail.com

Основным препятствием для объективных прогностических расчетов баланса массы горных ледников и ледникового стока является недостаток наблюдений. Это связано в первую очередь с труднодоступностью ледников и трудоемкостью проведения исследований. Дистанционные методы не могут в полной мере заметить наблюдения непосредственно на ледниках. Поскольку организация мониторинга на каждом, даже относительно крупном леднике требует значительных материальных ресурсов, их проводят на немногих типичных для своего района опорных ледниках. Для Центрального Кавказа опорным является ледник Джанкуат (площадь и объем по состоянию на 2012–2013 гг. составляют соответственно 2,45 км² и 0,077 км³ [Лаврентьев и др., 2014]). Регулярные наблюдения здесь ведутся в течение последних пяти десятилетий. Набор наблюдаемых данных делает Джанкуат фактически идеальным объектом для калибровки и валидации математической модели динамики горного ледника. Математическое моделирование является единственным инструментом для объективных прогностических расчетов состояния горного оледенения.

Мы использовали данные сетевых метеорологических станций (МС) Терскол и Местиа, расположенных в непосредственной близости от ледника, для сопоставления данных наблюдений за приземной температурой в теплую половину года на них и на автоматической метеорологической станции (АМС), работающей непосредственно на леднике. Для расчета зимних осадков использовались данные снегомерных съемок в отдельные годы, которые сопоставлялись с измеренным количеством осадков на МС Местиа. Построенные линейные

регрессионные модели дали возможность реконструировать ряды приземной температуры воздуха и количества осадков на леднике в прошлом и максимально объективно рассчитать поля приходных и расходных составляющих поверхностного баланса массы. Корректность расчетов была проверена путем сопоставления с полями баланса, построенными на основе данных многолетних наблюдений.

Расчет поля приземной температуры воздуха непосредственно над ледником производится путем построения простой линейной зависимости между среднесуточной температурой воздуха на МС Терскол и АМС, устанавливаемой на поверхности ледника в зоне абляции на абсолютной высоте около 3000 м н. у. м.

Параметризация аккумуляции по данным метеонаблюдений сложнее, чем параметризация температуры воздуха. Для построения соответствующей параметризационной схемы необходимо принимать во внимание ряд факторов, определяющих динамику снегонакопления. Под аккумуляцией понимается общее количество вещества в приходной части поверхностного баланса массы. Сюда относятся осадки (жидкие, твердые, смешанные), из суммы которых вычитается количество испарившегося снега или талой воды. По данным полевых работ (снегомерных съемок, комплекса измерений в шурфах) рассчитывается зимний баланс массы, $b_w = x_m \pm P \pm M \pm V$, где первый член в правой части обозначает сумму твердых осадков, второй – нарастающие осадки, третий – метелевый перенос, четвертый – лавинное питание [Поповнин, Пылаева, 2015]. Основной источник в приходной части баланса – атмосферные осадки. Среднегодовое количество осадков на МС Терскол и Местиа приблизительно одинаковое – около 1000 мм/год. Парадоксально, но в долине р. Адыл-Суу, в верховьях которой расположен ледник Джанкуат, среднегодовое количество осадков гораздо больше. Согласно данным снегомерных съемок (В.В. Поповнин, частное сообщение), аккумуляция твердого вещества на леднике в течение 1999/2000–2008/2009 балансовых годов составило 2577 мм. В эту сумму помимо твердых осадков входят нарастающие осадки, метелевый перенос снега с окружающих склонов и лавинное питание. Следует отметить, что последние два компонента зимнего баланса едва ли возможно сколько-нибудь точно количественно определить для ледников в целом, так как они определяются местными климатическими условиями, рельефом местности и т. д. Так, доля метелевого переноса для ледников Кавказа варьируется в пределах 10–42 %, снежных лавин – 3–76 % [Лурье и др., 2010].

Лавинное питание определяется как масса снега, дополнительная перенесенная гравитационными процессами на поверхность ледника из-за его пределов после начальной седиментации твердых атмосферных осадков [Поповнин, Пылаева, 2015]. Перемещение снежной массы лавинами на самом леднике не может рассматриваться в качестве лавинного питания, поскольку речь в данном случае идет о внутрибассейновом перераспределении. Количественная оценка доли лавинного питания в приходной части поверхностного баланса массы горного ледника представляет собой достаточно сложную задачу. Она определяется геоморфологическими и климатическими особенностями. Для условий Джанкуата проводились ограниченные количественные оценки вклада лавинного питания [Поповнин, Пылаева, 2015]. Для этого из всего ряда доступного набора многолетних данных был выбран типичный (с репрезентативными условиями снегонакопления) балансовый год (1998/1999). В этом году лавинное питание составила 458 мм водн. экв. при общей величине аккумуляции 2431 мм водн. экв., или 19 %. Если принять среднее из оценки [Лурье и др., 2010] вклада метелевого переноса (26 %) и лавинного питания (19 %) из [Поповнин, Пылаева, 2015], то суммарный вклад этих двух факторов составит 45 %, причем только зимней аккумуляции, т. е. приблизительно 1260 мм водн. экв. в среднем за период 1999/2000–2008/2009 балансовых годов. В то же время зимние (твердые) осадки на МС Местиа и Терскол составили около половины годового количества, т.е. 500–600 мм/год. Таким образом, поступлением снега за счет метелевого переноса и лавинного питания (нарастающими осадками можно пренебречь ввиду их незначительности по сравнению с остальными источниками) нельзя объяснить того факта, что снегонакопление превышает количество ежегодно выпадающих твердых осадков в 3–4 раза. Приблизительный подсчет показывает, что зимние осадки в бассейне ледника должны вдвое превышать измеренные на сетевых метеостанциях. Особенности атмосферной циркуляции являются причиной повышенного количества осадков независимо от состава последних. Согласно оценке [Ледник Джанкуат, 1978], основанной на анализе, главным образом показаний осадкомеров (осадки только летнего периода) и снежных шурфов (только зимние осадки), проведенного в 1973/1974 гг., суммы осадков на леднике Джанкуат в 1,7 раза превышали месячные суммы осадков на МС Терскол. Для ледника Джанкуат, как и для иных ледников, характерно увеличение количества осадков с высотой. При этом высотный градиент подвержен значительным внутригодовым и междугодовым изменениям.

Баланс массы горного ледника определяется как разность между аккумуляцией и стоком. Эта характеристика является конечной целью масс-балансовых расчетов и используется в дальнейшем в качестве входной величины в динамической модели горного ледника [Рыбак и др., 2015]. Сток рассчитывается как разность между доступным количеством воды в жидкой фазе (сумма жидких атмосферных осадков и талой воды), из которых вычитается вторично замерзшая вода (внутреннее питание). Количество талой воды (величину абляции) и объем внутреннего питания будем рассчитывать в соответствии с алгоритмами, описанными в [Рыбак и др., 2016].

Модельные расчеты были проведены для балансового десятилетия 1999/2000–2008/2009 гг. Среднегодовая расчетная величина абляции составила 2975,8 мм водн. экв. Аналогичная величина, рассчитанная по данным промеров на абляционных рейках (В.В. Поповнин, частное сообщение), составила 3073,1 мм водн. экв. Расчетные поля абляции и баланса массы представлены на рисунке 1.

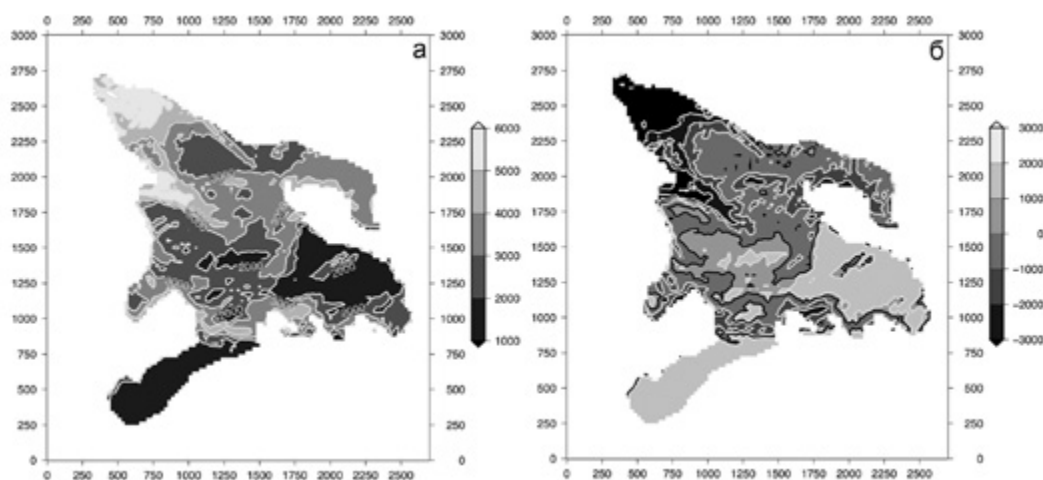


Рис. 1

Модельные средние значения, рассчитанные для периода 1999/2000–2008/2009 балансовых лет, сумма абляции (а) и поверхностный баланс массы (б), мм водн. экв.

Удовлетворительное соответствие друг другу средних за балансовое десятилетие модельных и наблюдаемых значений не исключает того, что в отдельные годы различия были довольно существенны. В половине случаев модель предсказывает величины, очень близкие к наблюдаемым. В остальных случаях разница составляет 20–30 %. В результате, с учетом неопределенностей в расчете величины аккумуляции, удельный баланс массы также рассчитывается с ошибкой. Характерно, однако, что модельный кумулятивный баланс массы практически совпадает с рассчитанным по данным наблюдений в последние два балансовых года. Это можно объяснить тем, что модели требуется некоторое время для релаксации к задаваемым извне климатическим условиям. Механизм подобной релаксации заключается, по-видимому, во взаимном приспособлении полей толщины снежного покрова и альbedo поверхности к задаваемому полю температуры воздуха. Это объясняет резкие колебания от года к году значений абляции.

Полезными расчетными величинами, позволяющими судить о внутреннем и внешнем массообмене ледника, являются отношение вторично замерзшей талой воды к общей массе талой воды (RF/M , рис. 2а) и стока к общей массе талой воды (RO/M , рис. 2б).

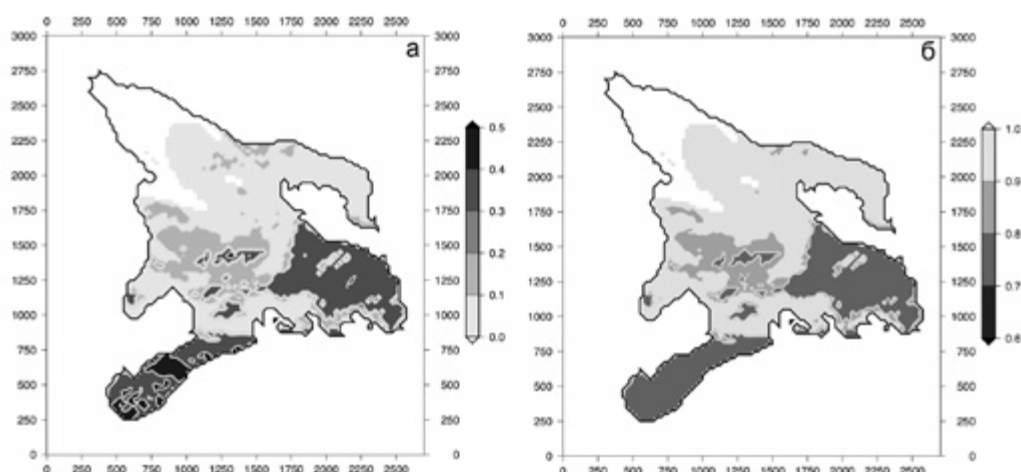


Рис. 2

Модельные средние значения, рассчитанные для периода 1999/2000–2008/2009 балансовых лет, отношения RF/M (а) и RO/M (б)

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-05-00567).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Лаврентьев И.И., Кутузов С.С., Петраков Д.А. и др. Толщина, объем льда и подледный рельеф ледника Джанкуат (Центральный Кавказ) // *Лед и Снег*. 2014. № 4 (128). С. 7–19.
- Ледник Джанкуат (Центральный Кавказ) / под ред. Г.Н. Голубева. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. 184 с.
- Лурье П.М., Панов В.Д., Ильичев Ю.Г. Состояние современного оледенения северного склона Большого Кавказа на начало XXI столетия // *Устойчивое развитие горных территорий*. 2010. № 3. С. 69–74.
- Морозова П.А., Рыбак О.О. Использование данных регионального климатического моделирования для расчета баланса массы горных ледников // *Системы контроля окружающей среды*. 2016. Вып. 5 (25). С. 84–89.
- Поповнин В.В., Пылаева Т.В. Лавинное питание ледника Джанкуат // *Лед и снег*. 2015. № 2 (130). С. 21–32.
- Рыбак О.О., Рыбак Е.А., Кутузов С.С. и др. Калибровка математической модели динамики ледника Марух, Западный Кавказ // *Лед и снег*. 2015. № 2 (130). С. 9–20.
- Рыбак О.О., Рыбак Е.А., Морозова П.А. Моделирование и прогноз баланса массы горных ледников Центрального Кавказа в условиях климатических изменений // *Системы контроля окружающей среды*. 2016. Вып. 6 (26). С. 93–100.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИЗУЧЕНИИ ПРОТЕСТНОЙ АКТИВНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ: ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Д.Д. Челпанова

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
chelpanova@ssc-ras.ru

Протестная активность – один из важнейших показателей социально-политической напряженности, индикатор различных социальных проблем и противоречий, требующих конкретных и своевременных действий, в том числе со стороны органов государственной власти. Игнорирование и замалчивание протестов, невнимательное отношение к разногласиям, существующим между властью и обществом или различными социальными группами, способно трансформироваться в массовые протестные волнения, которые могут быть целенаправленно усилены применением политтехнологий, в том числе с целью социально-политической дестабилизации не только отдельных регионов России, но и государства в целом. Изучение основных форм социальной напряженности и конфликтного потенциала с использованием инновационных технологий (ГИС-технологий) и визуализацией полученных результатов в виде электронных карт способствует более глубокому осмыслению политических, экономических, экологических, социокультурных, этноконфессиональных и других процессов, протекающих в России, и помогает определить их взаимное влияние.

В настоящее время за рубежом востребовано научное направление исследования динамики протестной активности [Ortiz, Burke et al., 2013; Powell, O'Donovan et al., 2014; Dalton, van Sickle et al., 2010], растущей популярностью пользуются междисциплинарные исследования социально-политической напряженности с использованием инновационных технологий. В последние годы одним из ведущих научных направлений в мире стало агрегирование баз данных с географической информационной системой [Leetaru, Wang et al., 2013].

Количественные исследования протестной активности, ориентированные на систематизацию собранных сведений в формате баз данных, за рубежом проводятся уже более полувека. Одной из наиболее ранних и широко известных подобных баз данных является The Cross National Time Series [Databanks ... 2017], содержащая сведения среди прочего по политическим забастовкам, массовым беспорядкам и антиправительственным демонстрациям и обобщающая данные более чем по 200 странам с 1815 г. За рубежом в настоящее время реализовано несколько мегапроектов: Global Database of Events, Language, and Tone/GDELT [The GDELT ... 2017] (Georgetown University, Yahoo!) – база данных человеческого общества всего мира, отслеживающая трансляции, печатные и веб-новости в мире за последние 30 лет, в том числе фиксирующая события протестных действий и вовлеченность в него людей

[Leetaru, Schrod, 2013]; Armed Conflict Location & Event Data Project/ACLED [Armed Conflict ... 2017] (University of Sussex) – база данных о расположении и основных характеристиках вооруженных конфликтов, фактах политического насилия и протестных мероприятиях, предназначенная для комплексного конфликтологического анализа и картографирования кризисов в более чем 60 странах Африки и Азии [Raleigh, Linke et al., 2010]. Существуют и менее масштабные проекты, например The National Study of Protest Events/NSPE [The National Study... 2017] (University of Notre Dame, Pepperdine University, Zhejiang University) – база данных акций протеста США. Однако созданные за рубежом мировые базы данных, в том числе фиксирующие события протестных практик, факты политического насилия, массовые беспорядки, политические забастовки, антиправительственные демонстрации, не отражают всю специфику протестной активности Российской Федерации, тем более в пределах отдельных ее субъектов, поскольку они ориентированы на другой масштаб представления данных. Кроме того, в них отсутствует информация о социальных характеристиках протестующих, о специфике их требований (социально-экономическая, политическая, экологическая и т. д.) и других важных индикаторных показателях протестной активности.

В России ГИС-технологии стали активно внедряться в социальные и гуманитарные научные сферы с начала XXI в., открывая новые перспективы в исследованиях. Использование инновационных технологий позволяет визуализировать массивы данных с возможностью выявления различных устойчивых внутренних корреляций и внешних взаимосвязей из иных источников. Однако в масштабах страны существующие геоинформационные базы данных либо полностью ориентированы на анализ активности протестного сообщества в сети Интернет, связанной с подготовкой несанкционированных митингов по информации в социальных сетях («Демон Лапласа» [Laplace's Demon, 2017], Центр исследования легитимности и политического протеста), без учета реальных протестных действий, либо они фрагментарны, сосредоточены на нынешнем состоянии (хронологические рамки ограничиваются годом, предшествующим текущему) и описывают ситуацию, существующую только в сфере трудовых отношений («Карта протестов» [Карта протестов, 2017], Центр экономических и политических реформ).

В ИСЭГИ ЮНЦ РАН и ЮНЦ РАН исследования протестной активности с использованием инновационных методов (ГИС-технологий) ведутся с 2010 г. [Матишов, Пашенко, 2013; Матишов, Батиев и др., 2011]. С помощью пакета Access был создан банк данных о протестных действиях в отдельных регионах Юга России, интегрированный с геоинформационной системой. Для ее составления были использованы материалы открытых интернет-СМИ и данные, предоставленные территориальными органами федеральной исполнительной власти в пределах ЮФО и СКФО. Разнообразие источниковой базы, использование современных технологий позволило выявить морфологию протестной активности, ее структурную, количественную, пространственную динамику, визуализировать ее в социальном и географическом пространстве. В перспективе данное направление исследований будет расширено хронологически (в ретроспективе) и территориально, включая новые субъекты Федерации – Республику Крым и город федерального значения Севастополь.

Статья подготовлена в рамках государственного задания ФАНО России по проведению фундаментальных научных исследований по проекту «Проблемы демографического и социально-экономического развития южного макрорегиона» (№ 0260-2014-0004).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Карта протестов. URL: <http://cepr.su/crisis-map/> (accessed 4 October 2017).
- Матишов Г.Г., Батиев Л.В., Пашенко И.В., Романов И.В. Атлас социально-политических проблем, угроз и рисков Юга России. Т. V: Северный Кавказ: проблемы и перспективы развития. Спец. вып. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 160 с.
- Матишов Г.Г., Пашенко И.В. Атлас социально-политических проблем, угроз и рисков Юга России. Т. VI: Южно-российский макрорегион и Олимпиада в Сочи. Спец. вып. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 200 с.
- Armed Conflict Location & Event Data Project. URL: <https://www.acleddata.com/> (accessed 1 October 2017).
- Dalton R., van Sickle A., Weldon S. The Individual-Institutional Nexus of Protest Behaviour // British Journal of Political Science. 2010. Vol. 40. Iss. 1, January. P. 51–73. (accessed 11 October 2017)
- Databanks International Cross-National Time-Series Data Archive. URL: <https://www.cntsdata.com/> (accessed 1 October 2017).
- Laplace's Demon. URL: <http://protestonline.ru/> (accessed 3 October 2017).
- Leetaru K., Schrod P. GDELT: Global Data on Events, Language, and Tone, 1979–2012. International Studies Association Annual Conference. San Diego, CA. March 2013. URL: <http://data.gdeltproject.org/documentation/ISA.2013.GDELT.pdf> (accessed 10 October 2017).
- Leetaru K.H., Wang S., Cao G., Padmanabhan A., Shook E. Mapping the global Twitter heartbeat: The geography of Twitter. First Monday. 2013. Vol. 18. May. URL: <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/4366/3654> (accessed 9 October 2017).

Ortiz I., Burke S., Berrada M., Cortés H. World Protests 2006–2013. (September 27, 2013). Initiative for Policy Dialogue and Friedrich-Ebert-Stiftung New York Working Paper. 2013. URL: <https://ssrn.com/abstract=2374098> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2374098> (accessed 9 October 2017).

Powell D.M., O'Donovan M., Visser J. Civic protests barometer 2007–2014. URL: <http://dullahomarinstitute.org.za/acsl/civic-protests-barometer-2007-2014> (accessed 10 October 2017).

Raleigh C., Linke A., Hegre H., Karlsen J. Introducing ACLED: An Armed Conflict Location and Event Dataset // Journal of Peace Research. 2010. Vol. 47. Iss. 5. Sept. 28. P. 651–660. URL: <https://doi.org/10.1177/0022343310378914> (accessed 9 October 2017).

The GDELT Project. URL: <https://www.gdeltproject.org/> (accessed 1 October 2017).

The National Study of Protest Events. URL: <https://nspe.nd.edu/> (accessed 1 October 2017).

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СГОННО-НАГОННЫХ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ ВОДЫ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ ДОНА И ПРОГНОЗ ВЛИЯНИЯ БАГАЕВСКОГО ГИДРОУЗЛА НА МОРФОМЕТРИЮ РУСЛА

А.Л. Чикин¹, А.В. Клещенков¹, Л.Г. Чикина²

¹Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
chikin@sfedu.ru

Уровень воды на нижнем участке р. Дон от Кочетовского гидроузла до устья подвержен различным по величине и периоду колебаниям. Ежегодно из-за колебаний уровня воды в Дону происходит простой судов на рейдах, транспортные компании терпят многомиллионные убытки. В настоящее время ведется проектирование и озвучиваются планы по строительству Багаевского гидроузла, призванного ликвидировать лимитирующие участки судового хода на участке от Кочетовского гидроузла до устья Дона. В этой связи решение проблемы прогнозирования положения уровня на различных участках русла в зависимости от уровня воды в принимающем водоеме (Таганрогском заливе) и расходах в замыкающем створе в ст. Раздорская представляется своевременной и актуальной задачей.

Постановка задачи. Для описания неустановившегося движения воды в открытом русле воспользуемся следующей системой дифференциальных уравнений [Корень, 1991]:

$$\begin{cases} \frac{\partial Q}{\partial t} + gW \left(\frac{\partial z}{\partial s} + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0, \\ \frac{\partial W}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial s} = q \end{cases} \quad (1)$$

где s – координата (м); t – время; Q – расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$); z – уровень воды (м); W – площадь поперечного сечения (м^2); q – распределенный боковой приток ($\text{м}^2/\text{с}$); K – модуль расхода ($\text{м}^3/\text{с}$); $g = 9,81$ – принятое значение ускорения свободного падения ($\text{м}/\text{с}^2$).

Данная система замыкается граничными и начальными условиями:

$$\begin{cases} Q(0,t) = Q_0(t), z(L,t) = z_1(t), \\ Q(s,0) = Q_0(s), z(s,0) = z_0(s). \end{cases} \quad (2)$$

Данная задача решается конечно-разностными методами с использованием неявных схем.

Для расчета уровней свободной поверхности русла был выбран устьевый участок р. Дон длиной 134 км от второго узла дельты Дона – исток рукава Каланча (левая граница) – до ст. Раздорская (правая граница), который был разбит на четыре отрезка с правыми границами на гидрологических постах (ГП): г. Ростов-на-Дону, г. Аксай, ст. Багаевская и ст. Раздорская.

Нормальная кривая поверхности воды (в абсолютных значениях), то есть кривая при среднем расходе и средних уровнях на ГП, удовлетворяющая медианным значениям наблюдений на наблюдательных постах в период с 2001 по 2015 г., была получена путем подбора значений коэффициентов шероховатости n для каждого из четырех отрезков. Коэффициенты шероховатости для выбранных четырех участков получились равными $n_1 = 0,0155$, $n_2 = 0,0228$, $n_3 = 0,0197$, $n_4 = 0,0166$ с/м^{1/3}, что несколько ниже по сравнению со значением, приведенным в предшествующей работе [Мишин, 2013], где для расчета силы трения было принято значение коэффициента $n = 0,023$ с/м^{1/3}. Нормальная кривая была взята в качестве начального распределения значений z при последующих расчетах.

Сравнивая расчетные значения уровней воды с наблюдаемыми на гидропостах, можно сделать вывод, что при средних расходах воды погрешность не превышает 5 %; при маловодности расчетные значения в основном занижены и погрешность не превышает 10 %; при многоводности расчетные значения завышены и погрешность не превышает 12 %. Такую неоднородность погрешности можно объяснить тем, что модель настраивалась по среднестатистическим наблюдавшимся значениям.

Наблюдения показали, что в течение суток возможен подъем воды (случай нагона) с недолгим поддержанием максимального уровня, а затем снижение уровня с переходом в условия сгона. При этом замечено, что скорость подъема воды при нагоне и понижения при сгоне может составлять 0,1–0,15 м/час. В этом случае зависимость изменения уровня воды z (м) от времени t (час) в течение суток может быть представлена следующей формулой:

$$z(t) = \begin{cases} 0,10t, & t \leq 12 \\ 1,20, & 12 \leq t \leq 14 \\ 1,20 - 0,15(t - 14), & 14 \leq t \leq 24 \end{cases}$$

Расчеты показали, что изменение уровня на левой границе оказывает наибольшее влияние на постах Ростова и Аксая. Влияние сгонов и нагонов на уровень водной поверхности при движении вверх по реке уменьшается (от 120 см в Ростове до 30 см в Раздорской). Этот факт также был отмечен в предшествующей работе [Симов, 1989].

На рисунке 1 представлено изменение расходов воды на наблюдательных постах Ростова, Аксая и Багаевской при моделировании нагона. Считалось, что в Раздорской расход был постоянным и равным 535 м³/с.

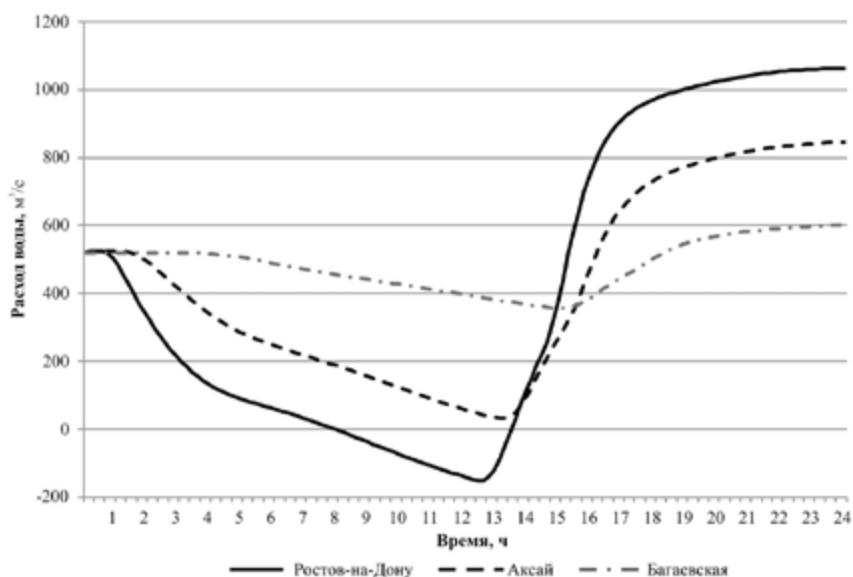


Рис. 1

Изменение расхода воды при моделировании нагона

Кривые графиков расхода показывают, что с поднятием уровня воды на правой границе расход уменьшается (увеличивается объем русла). В какой-то момент может возникнуть обратное течение (ГП Ростов-на-

Дону) или течение может остановиться (ГП Аксай). Затем, с падением уровня на границе, происходит резкое увеличение расхода за счет уменьшения объема русла. Этот расход временно может даже превышать расход поступления с левой границы.

Полученные результаты хорошо согласуются с выводами работы [Мишин, 2013], где экспериментально доказано, что в дельте р. Дон при существующем режиме регулирования стока реки практически всегда доминируют нестационарные потоки, значительно отличающиеся по значениям расходов воды от стоковых, особенно при развитии сгонно-нагонных явлений.

Исследование влияния Багаевского гидроузла на морфометрию русла устьевой области Дона с помощью представленной модели. Строительство Багаевского гидроузла планируется вести в районе острова Арпачинский (Белый) с нормальным подпорным уровнем (НПУ) верхнего бьефа 2,8 м БС [Азово-Донской, 2017]. Расчеты на представленной модели показали, что в районе ст. Раздорская уровень водной поверхности станет равным 3,27 м БС, что на 1,15 м выше нормального уровня (2,12 м БС). Это подтверждается результатами, приведенными ранее в работе [Матишов, 2016].

При действии сильных ветров восточных румбов и пониженных расходах воды в ст. Раздорская (270–360 м³/с) уровень воды в Дону резко понижается. Так, зафиксированный в октябре 2016 г. на гидропосту Южного научного центра РАН в х. Донском уровень воды составил –1,44 м БС. Подобная гидрологическая ситуация неизбежно приводит к такому обмелению Дона, когда судоходство становится невозможным. Для определения проблемных участков были проведены расчеты для различных расходов воды и уровней водной поверхности в устье Дона.

Расчеты проводили для следующих расходов воды: 520, 400, 300 и 260 м³/с. Понижение уровня на правой границе (второй узел дельты) составляло –1 м и –1,2 м. При расходе 600 м³/с и выше при любых понижениях уровня воды на левой границе на всем протяжении исследуемого участка русла соблюдалась проходная глубина 3,4 м. При меньших расходах проходная глубина соблюдалась не везде. Если рассматривать гарантированную глубину судового хода 4 м (как заявлено в проекте) [Азово-Донской, 2017], то проблемных участков ниже гидроузла будет еще больше (везде, где нормальная глубина не больше 5 м), вплоть до 3160 км судового хода (район ст. Елизаветинская). Данные участки соответствуют следующим главным перекатам в русле Дона: 3098 км – Герасимовский, 3109 км – Алитубское колено, 3120 км – Аксайский.

На рисунке 2 представлены профили свободной поверхности уровня воды в русле до сооружения плотины и после. Были рассмотрены два случая: нормальный – значения расхода 535 м³/с, величины сгона 0 м и сгон – значения расхода 260 м³/с, величины сгона –1,2 м. Кроме того, на рисунке 2 приведен профиль поверхности дна на всем исследуемом участке. Видно, что сооружение плотины существенно повысило бы уровень воды до ст. Раздорской, причем сгон не оказывает влияния на величину верхнего бьефа. Наличие гидроузла сделало бы участок реки выше 3090 км судоходным при любых гидрологических условиях, однако ниже по течению остались бы проблемные участки.

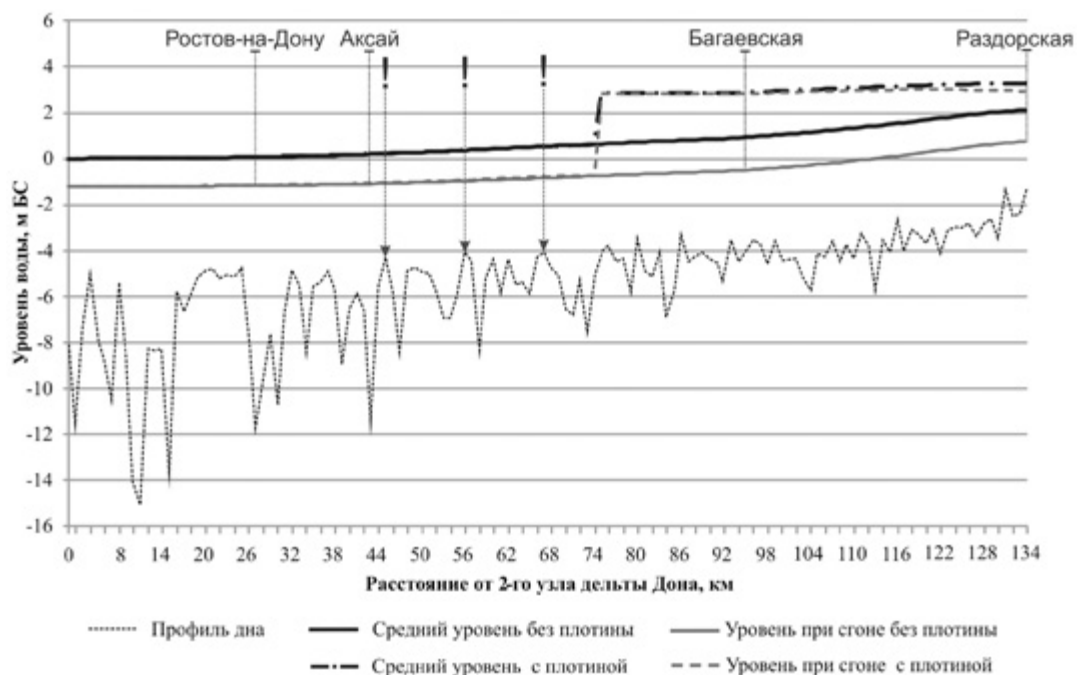


Рис. 2

Профили дна и свободных поверхностей русла

Использование данной модели позволяет достаточно точно рассчитывать гидродинамические параметры руслового потока р. Дон на участке от ст. Раздорская фактически до впадения Дона в Таганрогский залив. Кроме того, данная методика также позволяет прогнозировать возможность судоходства по основному руслу в зависимости от сгонно-нагонных явлений в дельтовой части Дона.

Проведенные расчеты уровневого режима дельтовой части Дона в зависимости от наличия или отсутствия плотины в районе х. Арпачин показали сохранение проблемных для судоходства участков, расположенных ниже предполагаемого строительства. Это еще раз подтверждает необходимость всестороннего и взвешенного подхода к оценке необходимости строительства Багаевского гидроузла и анализу прогнозируемых положительных и отрицательных эффектов от реализации этого проекта.

Сбор и анализ данных об уровневом режиме и глубинах русла выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Русского географического общества (проект № 13-05-41528-РГО_а «Интегральная оценка эколого-геохимического состояния аквальных систем устьевой области Дона»). Численное моделирование гидродинамики устьевой области выполнено в рамках темы «Современное состояние и многолетняя изменчивость прибрежных экосистем южных морей России» № гос. регистрации ЦИТИС: 01201363187.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Азово-Донской бассейн: Багаевский гидроузел – решение для Нижнего Дона. URL: <http://www.morvesti.ru/analytics/detail.php?ID=26981> (дата обращения: 19.06.2017).

Корень В.И. Математические модели в прогнозах речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 200 с.

Матишов Г.Г. Климат, водные ресурсы и реконструкция гидротехнических сооружений с учетом интересов населения, рыболовства и сельского хозяйства, судоходства и энергетики. Доклад на расширенном заседании Президиума Южного научного центра РАН (г. Ростов-на-Дону, 25 мая 2016 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. 64 с.

Мишин Д.В., Полонский В.Ф. 2013. Исследование нестационарных водных потоков в непривливаемом устье реки Дон // Труды государственного океанографического института. (214). С. 166–179.

Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря. М., Гидрометеиздат: 1989. 328 с.

УХОД ОТ КРИТЕРИЕВ КРИМИНАЛИЗАЦИИ – ПРИЧИНА НЕЭФФЕКТИВНОГО УГОЛОВНОГО ЗАКОНА

Э.Ю. Чуклина

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
die_sehnsucht@mail.ru

Стабильно высокий уровень преступности (по данным Генеральной прокуратуры РФ, в 2013 г. зарегистрировано 2 206 249 преступлений, в 2014 г. – 2 190 578, в 2015 г. – 2 388 476, в 2016 г. – 2 160 063, за июль 2017 г. – 1 201 196 преступлений) требует принятия действенных профилактических мер, которые способны минимизировать криминальные проявления. В течение последних лет в рамках осуществляемой уголовной политики отчетливо прослеживаются две тенденции: 1) приоритет уголовно-правовых мер при решении задачи предупреждения преступности; 2) акцентирование данных мер на специфических формах преступности (организованная, профессиональная, рецидивная и т. д.) [Ревин, 2008].

Указанные тренды уголовной политики проявляются, в частности, во введении в Уголовный кодекс РФ значительного количества специфических норм, а именно норм с двойной превенцией, направленных на

предупреждение преступлений в определенной сфере (нелегальный рынок алкогольной продукции, террористическая, экстремистская деятельность и др.). Так, в период с 2013 по сентябрь 2017 г. приняты нормы, предусмотренные ст. 170.2, 171.3, 171.4, 205.3, 205.4, 205.5, 205.6, 217.2, 280.1, 282.3, 325.1, 222.1, 223.1, 327.2 УК РФ, дополнены новыми составами преступлений ст. 171.1 и 327.1 УК РФ.

Нормы с двойной превенцией – это нормы, предусматривающие уголовную ответственность за общественно опасные деяния, которые могут выступать условием, способствующим совершению других, как правило, более тяжких преступлений. Поэтому главное предназначение этих норм заключается в предупреждении другого, чаще всего более опасного преступления, относительно которого запрещенное такой нормой деяние создает благоприятные условия (подготавливает к совершению, облегчает реализацию, обеспечивает сокрытие следов).

Специфический характер перечисленных норм проявляется также в том, что основанием криминализации запрещаемых ими деяний служит вероятный превентивный потенциал установления уголовной ответственности.

Вместе с тем в науке устоялось мнение о том, что истинным основанием криминализации может быть исключительно наличие общественно опасного (способного причинять существенный вред либо создавать угрозу его причинения общественным отношениям и интересам) поведения, требующего уголовно-правового запрета [Лопашенко, 2004].

Помимо наличия общественной опасности в процессе криминализации необходимо соблюдать ряд критериев, а именно: массовость распространения деяния; невозможность противодействия иными правовыми средствами; преобладание положительных последствий криминализации над негативными; непротиворечивость введения запрета нормам Конституции РФ, международным актам, а также нравственности [Мальцагов, 2007].

Однако подавляющая часть нововведенных норм не отвечает указанным требованиям. Так, например, запрещаемое ст. 325.1 УК РФ деяние (неправомерное завладение государственным регистрационным знаком транспортного средства) не обладает достаточной степенью общественной опасности, влекущей необходимость установления уголовной ответственности. Во-первых, из обзора судебной практики по делам о преступлении, предусмотренном ст. 325.1 УК РФ, следует, что причиняемый потерпевшим материальный ущерб незначителен, поскольку запрашиваемая злоумышленником сумма колеблется в пределах от 1000 и до 5000 руб. Во-вторых, в соответствии с п. 42 Правил регистрации автотранспортных средств и прицепов к ним в ГИБДД МВД РФ допускается изготовление дубликатов государственных регистрационных знаков взамен похищенных на коммерческих основаниях. При этом стоимость такой услуги не превышает, как правило, 2500 руб. Наконец, в-третьих, уголовно-правовой запрет на завладение государственным регистрационным знаком транспортного средства в целях совершения тяжкого или особо тяжкого преступления излишен, поскольку ст. 326 УК РФ запрещает использование подложного знака в целях совершения преступления.

Уголовно-правовой запрет на дачу заведомо ложного заключения в сфере промышленной безопасности (ст. 217.2 УК РФ) введен с целью лишить профессиональных экспертов возможности извлекать прибыль из предоставления ложных заключений, на основании которых строят и вводят в эксплуатацию опасные производственные объекты с нарушением установленных правил безопасности. Введение данной нормы обусловлено только предположением законодателя о том, что отсутствие проверки содержания заключений уполномоченным органом может способствовать возникновению корыстной мотивации у экспертов. Однако нулевая статистика правоприменительной практики по данной статье свидетельствует о поспешности вывода законодателя и избыточности нормы.

Низкую эффективность демонстрируют нормы, направленные на противодействие нелегальному рынку этилового спирта, спиртосодержащей и алкогольной продукции (ст. 171.3, 171.4, ч. 5 и 6 ст. 171.1 и ст. 327.1 УК РФ).

Как показывает статистика, уголовная ответственность не является действенной мерой борьбы с нелегальным алкогольным рынком. Количество осужденных по указанным статьям крайне мало (в 2014 г. по ч. 5 (ч. 3 в пред. ред.) ст. 171.1 осуждено 3 лица, в 2015 г. – 9, в 2016 г. – 2 лица; по ч. 6 (ч. 4 в пред. ред.) ст. 171.1–4, 18 и 31 лицо соответственно. С одной стороны, это обусловлено трудностями, возникающими при проведении доследственной проверки и расследовании дел, что «приводит к существенному росту числа лиц, не привлеченных к ответственности за совершенные преступления, необоснованному отказу в возбуждении уголовных дел либо их прекращению на стадии предварительного расследования» [Болатов, 2009].

С другой стороны, нелегальный алкогольный рынок – сфера интересов организованных преступных групп, в которых посредством установления коррупционных связей обеспечивается прикрытие преступного бизнеса [Варданян, Мельникова, 2008].

При этом статистика смертности российского населения по причине отравления некачественной алкогольной продукцией растет: 5217 человек умерло в 2014 г., около 5840 смертей – за 2015 г., в 2016 г. количество умерших составило 14 021 чел. (по данным Федеральной службы государственной статистики).

Серьезной критике ученые подвергают нормы, предусматривающие уголовную ответственность за вовлечение в совершение преступлений экстремистской и террористической направленности, поскольку они по

сути своей не что иное, как подстрекательство (ч. 4 ст. 33 УК РФ). Как соучастие в форме пособничества данные следует рассматривать и деяния, которые являются различными формами содействия преступной деятельности (подготовка, обучение, вооружение лиц, финансирование и организация преступной деятельности; посреднические услуги) [Качалов и др., 2015].

Несмотря на то, что принятие данных норм обусловлено подписанием и ратификацией ряда международно-правовых актов (Международная конвенция ООН от 09.12.1999 «О борьбе с финансированием терроризма», Конвенция Совета Европы о предупреждении терроризма от 16.05.2005), целесообразность их существования ввиду дублирования норм Общей части УК РФ вызывает сомнения. При этом за рубежом привлечение к ответственности за различные формы содействия террористической деятельности преимущественно осуществляется с учетом норм о соучастии [Серебряков, 2010; Якушина, 2015].

Таким образом, избрание в качестве основания криминализации деяний возможного превентивного потенциала уголовной ответственности неизбежно ведет к расширению уголовной репрессии, что грозит искусственным увеличением преступности и криминализацией общества. Такой подход к противодействию преступности является также причиной перегруженности системы уголовной юстиции, результатом которой может стать падение авторитета правоохранительных органов.

В этой связи законодателю необходимо пересмотреть избранную тактику криминализации, принять ряд решений об изъятии ряда неэффективных норм из УК РФ и сформировать алгоритм криминализационного процесса с учетом критериев, разработанных научным сообществом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агапов П.В. Ответственность за содействие террористической деятельности: уголовно-правовое регулирование и судебное толкование // Вестник Академии Генеральной прокуратуры Российской Федерации. 2012. № 4 (30). С. 41–45.

Болатов А.С. Расследование преступлений, связанных с оборотом немаркированной и фальсифицированной алкогольной продукции: автореф. дис. ... канд. юр. наук.: 12.00.09. М., 2009. С. 4–5.

Варданян А.В., Мельникова О.В. Криминалистическая характеристика преступлений в сфере незаконного оборота немаркированной алкогольной продукции // Юристы-Правоведь. 2008. № 4. С. 105.

Качалов В.В., Маслакова Е.А., Жилкин М.Г. Некоторые проблемы уголовной ответственности за содействие террористической деятельности // Современное общество и право. 2015. № 1. С. 65.

Лопашенко Н.А. Основы уголовно-правового воздействия: уголовное право, уголовный закон, уголовно-правовая политика. СПб., 2004. С. 285.

Мальцагов И.Д. Криминализация деяний в законодательстве Российской Федерации (теоретико-правовой анализ): автореф. дис. ... канд. юр. наук.: 12.00.08. М., 2007. С. 21.

Рарог А.И. Уголовно-правовое противодействие организованной преступности и качество закона // Человек: преступление и наказание. 2013. № 3 (82). С. 54–57.

Ревин В.П. О разработке концепции уголовной политики Российской Федерации и совершенствовании законодательства // Пробелы в российском законодательстве. Юридический журнал. 2008. № 1. С. 263.

Серебряков А.В. Зарубежный опыт криминализации содействия террористической деятельности // Вестник Краснодарского университета МВД России. 2010. № 2. С. 35–41.

Якушина Е.С. Уголовная ответственность за содействие террористической деятельности (на примере законодательства зарубежных стран) // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Серия: Юриспруденция. 2015. № 6. С. 59–61.

**АНАЛИЗ ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
ПОКАЗАТЕЛЯ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (HES)
НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

О.Е. Архипова¹, Е.А. Черногубова^{1,2}, С.А. Куролап³, С.А. Епринцев³

¹Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

²Ростовский государственный медицинский университет, г. Ростов-на-Дону

³Воронежский государственный университет, г. Воронеж
eachernogubova@mail.ru

В последние годы в России и во всем мире наблюдается неуклонный рост заболеваемости злокачественными новообразованиями. Онкологические заболевания являются одной из основных причин инвалидизации и смертности населения. В связи с эпидемиологическим и демографическим кризисами прогнозируется дальнейший рост заболеваемости раком.

Отсутствие системного подхода в анализе ретроспективной, текущей и прогнозной онкологической ситуации отражается на качестве медицинской помощи больным со злокачественными новообразованиями. Для выработки приоритетов финансирования, адекватных оперативных и стратегических управленческих решений в условиях ограниченного ресурсного обеспечения онкологической службы особое значение приобретает разработка индикаторов зон риска по медицинским и экологическим параметрам на основе использования компьютерных технологий [Устинова, 2009].

Объективную оценку уровня медико-экологической безопасности территорий возможно получить только с использованием комплексных показателей. В основе определения разработанного нами ранее комплексного показателя медико-экологической безопасности (HealthEnvironmentalSafety – HES) лежит ранжирование территорий по уровню онкологических заболеваний четырех нозологических групп (рак легких, молочной железы, простаты и ободочной кишки) и комплексной антропогенной нагрузки (по уровню загрязнения воды, воздуха, почвы, увеличению шумовой нагрузки), индекса природно-ресурсного потенциала (индекс аридности и техногенной нагрузки на природную среду), что позволяет дифференцировать территории с низким, средним и высоким уровнем медико-экологической безопасности [Архипова, Черногубова и др., 2014].

На протяжении последнего десятилетия в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями мужского населения России рак предстательной железы занимает второе место после опухолей трахеи, бронхов и легкого.

«Грубый» показатель заболеваемости раком предстательной железы в России за последние 15 лет с 2001 по 2015 годы увеличился 3,0 раза с 19,01 до 57,22 случаев на 100 тысяч населения. В Воронежской области этот показатель в 2015 году составил 64,99 случаев на 100 тысяч населения, что на 13,6 % выше, чем по России [Злокачественные новообразования ... 2017].

Необходимо отметить, что уровень заболеваемости раком предстательной железы в Воронежской области в последние годы превосходил этот показатель по Российской Федерации, что свидетельствует о напряженной онкоэпидемиологической ситуации в Воронежской области. Именно поэтому для оценки эффективности про-

гноза медико-экологической безопасности территорий Воронежской области выполненного авторами на основе анализа HES за период с 2001 по 2012 годы был выбран уровень заболеваемости раком предстательной железы.

Цель нашего исследования – оценить прогностический потенциал показателя медико-экологической безопасности HES на примере Воронежской области.

В качестве материала исследования использованы статистические данные о первичной заболеваемости раком предстательной железы в 32 районах и областном центре – Воронеже за 15 лет с 2001 по 2015 год, предоставленные Воронежским государственным университетом.

Обработка первичной информации проводилась методами статистического анализа с использованием общепринятых методов вариационной статистики и стандартного пакета прикладных программ STATISTICA*, а также методов пространственной статистики пакета ArcGis.

Проведен пространственно-временной анализ медико-экологической безопасности территорий Воронежской области на основе определения HES по статистически данным за 2001–2012 годы. Комплексный показатель HES учитывает уровень антропогенной нагрузки, состояние природной среды и онкоэпидемиологическую обстановку в данном регионе, что позволяет получить объективную оценку уровня медико-экологической безопасности территорий [Архипова, Чёрногубова и др., 2014; Архипова, Чёрногубова и др., 2016а]. Результат расчета – интегральная (синтетическая) карта медико-экологической безопасности, построенная на основе пространственного сложения карт локальных индексов, классифицированная по следующим градациям: высокая медико-экологическая безопасность, средняя медико-экологическая безопасность, низкая медико-экологическая безопасность (рис. 1).

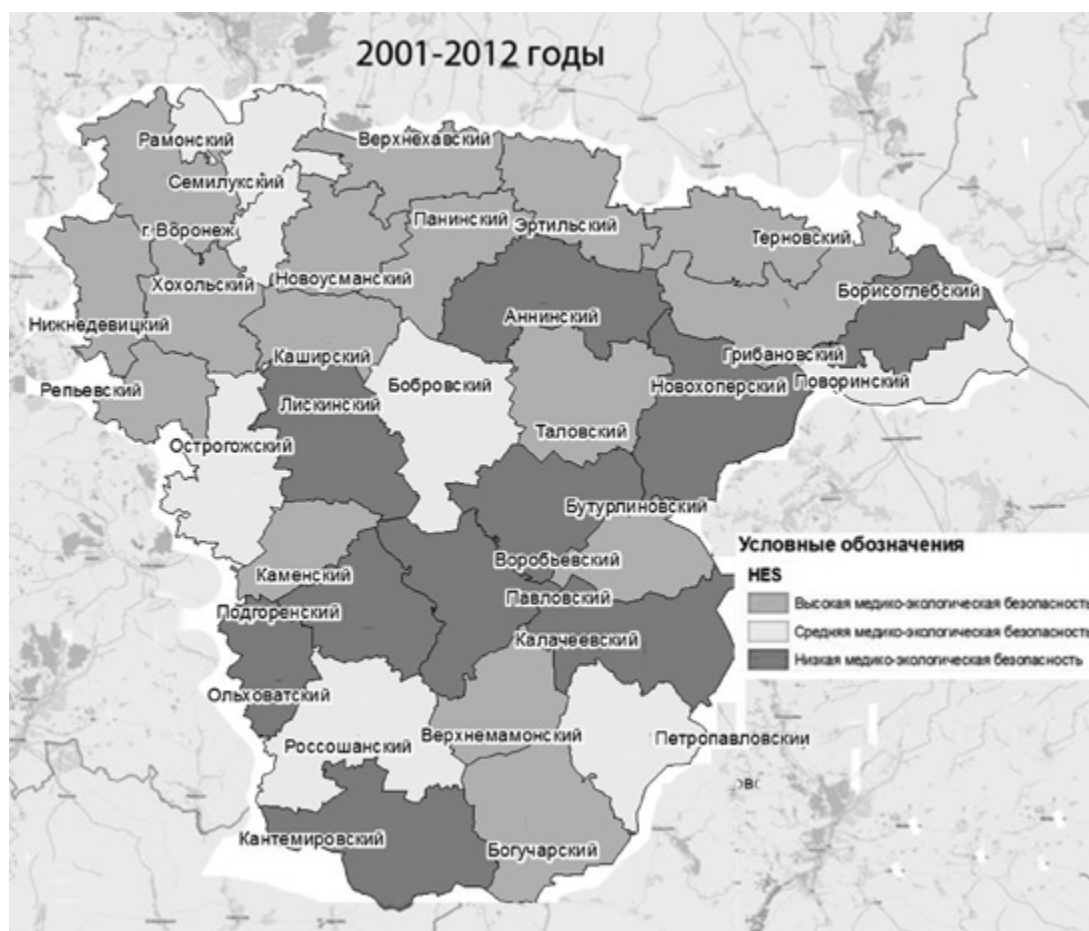


Рис. 1

Комплексный показатель уровня медико-экологической безопасности Воронежской области

Проведенные исследования позволили сделать вывод о тесной связи в системе «общественное здоровье – экология» между качеством среды и уровнем заболеваемости населения, что подтверждается результатами экспериментальных исследований, выполненными на территории Воронежской области за период с 2001 по 2012 гг. [Архипова, Чёрногубова и др., 2014.].

С целью анализа прогностического потенциала комплексного показателя медико-экологической безопасности территорий НЕС была проанализирована динамика заболеваемости раком предстательной железы за 2001–2015 годы в городах и районах Воронежской области с высокой и низкой медико-экологической безопасностью.

Стандартизированный показатель заболеваемости раком предстательной железы в Воронежской области в 2015 году составил 29,4 случаев на 100 тысяч населения. В Воронеже среди городского населения показатель заболеваемости раком простаты составил 32,6 случаев на 100 тысяч населения.

Среди сельского населения Воронежской области в 2015 году самая высокая заболеваемость раком предстательной железы отмечена в Рамонском районе – на 88,6 % ($p < 0,05$) выше, чем в среднем по районам Воронежской области.

К районам с пониженным онкогенным риском относятся Новоусманский, Россошанский, Терновский районы Воронежской области.

Уровень заболеваемости раком предстательной железы в Воронежской области остается высоким на протяжении последнего десятилетия. Стандартизированный показатель заболеваемости раком предстательной железы в Воронежской области за период с 2001 по 2015 годы вырос на 226,7 % ($p < 0,05$) с 9,0 до 29,4 случаев на 100 тыс. населения соответственно. Был проанализирован уровень заболеваемости раком предстательной железы в районах Воронежской области с высокой и низкой медико-экологической безопасностью.

На основе ретроспективного анализа первичной выявляемости заболеваемостью РПЖ за период 2001 по 2012 г. было установлено, что все районы Воронежской области и Воронеж (за исключением Панинского, Петропавловского, Каширского, Лискинского, Каменского, Терновского и Грибановского районов) относятся к территориям с онкогенной ситуацией повышенного риска [Архипова, Чёрногубова и др., 2014б].

Сравнение полученных данных с результатами проведенных ранее исследований подтвердило выявленные ранее закономерности. К районам с онкогенной ситуацией повышенного риска добавились Каменский, Панинский и Петропавловский районы, где за 15 лет заболеваемость раком предстательной железы увеличилась на 203,1 % (с 8,73 до 26,46 случаев на 100 тысяч населения), на 119,4 % (с 15,48 до 33,96 случаев на 100 тысяч населения) и на 219,7 % (с 12,10 до 38,67 случаев на 100 тысяч населения) соответственно.

Максимальный рост заболеваемости раком простаты с 2001 по 2015 годы отмечен в Рамонском районе, где уровень заболеваемости РПЖ увеличился в 16,8 раза ($p < 0,05$) (с 3,3 до 55,4 случаев на 100 тыс. населения). Неблагоприятная эпидемиологическая обстановка отмечена также в Воронеже. Так, за период с 2001 по 2015 годы заболеваемость раком простаты в областном центре увеличилась на 246,8 % ($p < 0,05$) (с 9,4 до 32,6 случаев на 100 тыс. населения).

В группу пониженного онкогенного риска добавились Новохоперский, Борисоглебский, Бобровский, Поворинский и Острогужский районы, где уровень заболеваемости за весь период наблюдения не превышал средних показателей по Воронежской области.

Показано, что несмотря на сложный опосредованный и инерционный характер воздействия качества окружающей среды на показатели здоровья, внутрирегиональная дифференциация уровня первичной выявляемости онкологических заболеваний в значительной степени соответствует пространственному распределению показателей медико-экологической безопасности. Это позволяет интерпретировать пространственно-временные изменения НЕС как индикатор соответствующих изменений качества среды и уровня медико-экологической безопасности территорий.

Полученные результаты могут служить основой для направленного анализа факторов, вызывающих увеличение риска заболевания раком в выявленных нами регионах, и разработки на этой основе стратегии мониторинга и профилактики онкологических заболеваний в районах Воронежской области, внедрения медико-социальных программ, направленных на раннюю диагностику, и, соответственно, повышение эффективности лечения рака предстательной железы.

Применяемые технологии позволяют оптимизировать процесс управления медицинской помощью больным со злокачественными новообразованиями на основе идентификации территорий и групп риска по онкологической патологии, обосновать принципы формирования региональных программ, снизить смертность от злокачественных новообразований.

В статье представлены результаты работ, выполненных при финансовой поддержке Программы Президиума РАН «Проблемы развития полиэтничного макрорегиона в условиях дестабилизации Каспийско-Чёрноморского зарубежья» (2015–2017 гг.) проект «География и динамика онкологических заболеваний в регионах Южного федерального округа», грант РФФИ «Научно-методическое обоснование технологии интеллектуального анализа медико-экологической безопасности Южных регионов России».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Архипова О.Е., Чёрногубова Е.А. и др. Пространственно-временной анализ встречаемости онкологических заболеваний как индикатора медико-экологической безопасности. Ростов н/Д: Изд-во Южного научного центра РАН, 2014. 224 с.

Архипова О.Е., Чёрногубова Е.А. и др. Эпидемиология рака предстательной железы в Ростовской области. Пространственно-временная статистика // Онкоурология. 2016а. № 4, 52–59.

Архипова О.Е., Чёрногубова Е.А. и др. Эпидемиология рака предстательной железы в Воронежской области: пространственно-временная статистика // Вестник урологии. 2016б. № 4. 45–55.

Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского и др. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017. 250 с.

Устинова Е.Ю. Мониторинг региональной онкологической ситуации. Воронеж: Научная книга, 2009. 200 с.

СОИ – АДАПТАЦИЯ ТЕПЛОКРОВНЫХ К ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Е.В. Вербицкий

Южный научный центр Российской академии наук, г. Ростов на Дону
e_verbitsky@ssc-ras.ru

Из-за вращения Земли условия жизни на пространстве планеты циклически меняются. Поднимается и падает температура, изменяется влажность, существенно нарастают и снижаются электромагнитные потоки, варьируют спектры и амплитуды акустических воздействий, меняются скорости ветра и облачный покров, существенные изменения касаются водной среды в океанах, морях, реках, озерах, а также многого другого, что объединяется понятием внешняя среда. В этой периодически меняющейся среде обитает все живое. Большинство циклических изменений внешней среды для всех обитателей Земли обусловлено 24-часовым периодом ее вращения вокруг своей оси. Природа создала уникальную адаптацию к таким изменениям внешней среды и спрятала ее в каждую клетку живого. Так, благодаря околосоуточной (циркадианной) регуляции клеточного метаболизма специфическим белком, выработка которого определяется геном *Per*, меняется работа цикла Кребса, дающего энергию для всех жизненных процессов посредством расщепления глюкозы на углекислый газ, воду и АТФ. Эти «клеточные часы» подстраиваются к изменениям среды посредством другого белка, контролируемого геном *Tim*. Механизмы указанной адаптации к жизни на нашей планете во многом схожи у одноклеточных и многоклеточных хладнокровных организмов. Факторы внешней среды являются ведущими в жизнедеятельности их организмов. После восхода солнца поднималась температура среды и тела, хладнокровные начинали выходить из ночного оцепенения, получать способность двигаться и реагировать на происходящее вокруг них. И так продолжалось до вечернего снижения температуры, когда наблюдался обратный процесс. Так, суточное чередование «активности – покоя», заложенное в каждой клеточке живого, стало уникальным достижением природой наиболее эффективной адаптации хладнокровных организмов к периодически меняющимся условиям внешней среды на нашей планете.

Еще более эффективная адаптация живого к жизни на Земле возникла с появлением теплокровных организмов, жизнедеятельность которых уже не зависела напрямую от суточных колебаний факторов внешней среды. И вот тогда природе пришлось поработать над усовершенствованием континуума «активность – покой» в ходе суточного взаимодействия организма с внешней средой. В частности, потребовалось создание механизмов, «подстегивающих» работу указанного континуума в период покоя, а также специализирующих его функционирование в период активности. В итоге вместо континуума «активность – покой», определяющего адаптацию

всех хладнокровных к факторам внешней среды, появился принципиально новый, более совершенный уровень адаптации теплокровных к жизни на вращающейся планете, который получил название цикл «сон – бодрствование» [Ковальзон, Вербицкий, 2003].

Усложнение регуляций в нервной системе привело к надстройке «новой коры» (неокортекса) над «старой» (гиппокампальной) корой с разделением их функций [Карамян, 1976]. В частности, гиппокампальная кора стала использоваться для эмоционального маркирования памятных следов, их систематизации и запоминания. А области неокортекса были нацелены природой скорее на сенсорные и ассоциативные процессы, создающие основу образного мышления, необходимого для возникновения нового качества – воображения. Но для обеспечения воображения природе потребовалось разделить сон на два вида: быстрый и медленный. Они принципиально отличаются друг от друга нейрохимией мозга. Если нейрохимия быстрого сна в большей степени оптимизирует работу гиппокампальной коры и, похоже, укрепляет связи образов воображения с процессами в неокортексе, то нейрохимия медленного сна направлена скорее на согласование энергетического, пластического метаболизма с возможностями гормональной регуляции, что в большей степени требуется для подготовки к целенаправленной деятельности в предстоящем бодрствовании.

Именно такое усложнение сна с разделением нейрохимических функций быстрого и медленного сна позволило обеспечивать иное, более совершенное бодрствование, которое позволило расширить диапазон взаимодействия теплокровных организмов с внешней средой и осуществить прогрессивное завоевание мира [Вербицкий, 2003; Вербицкий, 2006]. Именно благодаря повышению сложности цикла «сон – бодрствование» многочисленные теплокровные организмы приобрели уникальные приспособительные возможности. Они, дышащие воздухом и вскармливающие детенышей молоком, научились обитать в водных глубинах, жить на обширных наземных территориях, освоили воздушное пространство континентов Земли, что сделало материки ближе друг к другу. А самый сложный по нейрохимическим процессам и по электрофизиологическим проявлениям сон у человека позволил ему достичь действительно совершеннейшего сознания. Отличительными особенностями такого сознания являются образное мышление и чрезвычайно глубокое пространственное воображение, создавшее основу для достижения высочайшего эмоционального и творческого удовлетворения при достижении цели [Вербицкий, 2013].

Сравнительное изучение экспериментальных моделей регуляций сна и бодрствования на животных, а также проявлений нормы и особенностей клиники нарушений сна у человека дает надежду продвинуться в понимании механизмов цикла «сон – бодрствование» как величайшей адаптации теплокровных к обитанию на вращающейся Земле [Вербицкий, 2006]. Но ко сну человека возникает особое отношение. Ведь стремительное расширение медиа-пространства как наиболее прогрессивно-технологической части окружающей человека среды подталкивает наше бодрствование к изменению. Причем, похоже, вместе к ним перестраивается и наш сон. А сон, как уже говорилось, во многом сказывается на последующем бодрствовании. Возникает замкнутый круг. И настало время осмыслить направления трансформации сна, который необходим для слияния реального и виртуального бодрствования, в котором все больше и больше участвует воображение человека. Не вызывает сомнения, для того чтобы поддерживать экстенсивное бодрствование со столь высокой, как в экстремальной ситуации, эмоциональной окраской, нужен более качественный сон [Войнов, Вербицкий, 2014]. Однако представляя, какой сон для этого необходим, можно оценивать границы адекватной адаптации организма к новым изменениям расширяющихся факторов внешней среды с обеспечением работоспособности, эмоциональной устойчивости, а также иммунного статуса, необходимых для сохранения здоровья и адекватной жизнедеятельности человека в мире нового технологического уклада. В связи с этим перед экспериментальными и клиническими сомнологами возникают новые проблемы [Kryger et al., 2016; Полуэктов, 2016]. Причем они связаны не только с физиологией и медициной сна, а начинают затрагивать вопросы психофизиологии человека будущего.

В решении этих проблем особую значимость приобретают вопросы индивидуальности сна, а также разработки новых, перспективных научно-клинических технологий персонифицированной сомнологии [Вербицкий, 2006; Сысоева, Вербицкий, 2012, 2014]. Академическая физиологическая наука Юга России в этой области добилась определенных успехов. Так, в частности, были изучены особенности сна, обусловленные характером реактивности нервной системы (высокой и низкой личностной тревожностью). Помимо этого исследованы различия сна мужчин и женщин, а также раскрыты индивидуальные особенности нарушений дыхания и инсомнических расстройств во сне. Была установлена связь показателей сна с успешностью развития детей и адекватностью их адаптации к школьной среде в регионах Юга России. Особенности сна и метаболических проявлений были выявлены у пациентов в острый период после ишемического инсульта (совместно с 1-й Краевой больницей г. Краснодара), а также были проконтролированы изменения сна у онкобольных (совместно с РНИИОИ) [Агарова, et al., 2016; Sysoeva, Verbitsky, 2016; Вербицкий, 2017]. Вместе с врачами Краснодарского краевого отделения Российского общества сомнологов специалисты Южного научного центра РАН разрабатывали новые

технологии контроля двигательной активности во время сна. А по заказу Южного федерального университета ими были найдены перспективные решения для анализа физической работоспособности человека с учетом движений в бодрствовании и во сне.

В настоящее время ЮНЦ РАН по праву является лидером в сомнологических исследованиях на Юге России. На его базе неоднократно проводились научные с международным участием школы-конференции по сну «Сон – окно в мир бодрствования», организовывались занятия по международной аспирантуре в рамках проекта TEMPUS, проводятся научно-практические семинары по обучению и специализации врачей в области сомнологии Российским сомнологическим обществом. ЮНЦ РАН включен в число ведущих европейских научных учреждений по изучению сна согласно решению European Sleep Research Society. Специалисты Южного научного центра входят в правления ведущих сомнологических обществ и ассоциаций России, руководят Ростовским отделением Российского сомнологического общества, консультируют по вопросам сомнологии ведущие консультативно-диагностические центры и клиники Ростова-на-Дону, Краснодара, Майкопа, Астрахани, а также других городов Юга России. В стенах Южного научного центра защищены докторские диссертации и серия кандидатских диссертаций по проблемам сна человека и животных. В целом накопленный научный, кадровый и методологический потенциал позволяет ученым и сотрудникам ЮНЦ РАН с уверенностью смотреть в будущее, рассчитывая на открытие новых страниц экспериментальной и клинической сомнологии на благо юга России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вербицкий Е.В. Взаимоотношения тревоги и сна в эксперименте и клинике // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017. Т. 17. № 4. Вып. 2. С. 12–18.
- Вербицкий Е.В. Психофизиология тревожности. Ростов-на-Дону, 2003. 192 с.
- Вербицкий Е.В. Тревожность и сон // Журнал высшей нервной деятельности. 2013. Т. 63. № 1. С. 6–12.
- Войнов В.В., Вербицкий Е.В. Исследование сомнологических аспектов острой адаптации человека к высокогорью // Физиология человека. 2014. Т. 40. № 6. С. 46–57.
- Карамян А.И. Эволюция конечного мозга позвоночных. М: Наука, 1976. 256 с.
- Ковальзон В.М., Вербицкий Е.В. Эволюция и дефиниции сна млекопитающих // Современные проблемы физиологии и экологии морских животных. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. С. 15–20.
- Полуэктов М.Г. Сомнология и медицина сна // Национальное руководство памяти А.М. Вейна и Я.И. Левина. М: Медфорум, 2016. 348 С.
- Сон и тревожность / под ред. Е.В. Вербицкого. Ростов-н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. 250 с.
- Сысоева Ю.Ю., Вербицкий Е.В. Индивидуальные циклические изменения дельта-волн в медленном сне человека // Доклады Академии наук, 2012. Т. 444. № 1. С. 109–113.
- Сысоева Ю.Ю., Вербицкий Е.В. Характер активаций мозга во время ночного сна связан с личностной тревожностью индивидуума // Доклады Академии наук. 2015. Т. 461. № 2. С. 1–3.
- Arapova Yu.Yu., Shikhliarova A.I., Verbitsky E.V., Rostorguev Ed.E., Kuznetsova N.S., Protasova T.P. Electroencephalographic activity of wakefulness and sleep associated with primary brain tumors in human: a pilot study. *J. Sleep Medicine and Disorders*. 2016. Vol. 3. № 7. P. 1068–1075.
- Kryger M.H., Roth T., Dement W.C. *Principles and Practice of Sleep Medicine: 6th ed.* U.S.A: Elsevier; 2016.
- Sysoeva Yu., Verbitsky E. *The Combination of High Trait Anxiety and Female Sex is Vulnerability Factor for Sleep Disturbances. Trait and State Anxiety: Assessment, Predictor and Outcomes.* Nova Publishers, New York, Library of Congress Control Number 2016933393. ISBN: 978-1-63484-860-2 (eBook) 2016. URL: https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=57755&osCsid=b3c3d95bcc67795f9e57f2e60186feb4.

РОЛЬ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕНОМА В ИНИЦИАЦИИ И РАЗВИТИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ ЧЕЛОВЕКА

В.А. Тарасов

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
vat.vigg@mail.ru

Развитие и прогрессия опухоли представляет собой микроэволюционный процесс клеточных клонов. В свою очередь разнообразие клеточных клонов опухоли обеспечивается нестабильностью генома, которая является одной из основных характеристик злокачественных клеток. Развитие опухоли включает в себя ряд последовательных этапов, связанных с наследуемым изменением функции генов супрессоров опухоли и онкогенов. Еще относительно недавно полагали, что наследуемое изменение функции генов связано исключительно с мутационными изменениями, затрагивающими изменение нуклеотидной последовательности генов (генные мутации) либо хромосомы (хромосомные аберрации). Однако исследования последних 15–20 лет показали, что в основе наследуемых изменений функций генов могут лежать не только традиционные мутации, но и эпигенетические изменения генома, к числу которых относятся модификация гистонов, метилирование ДНК, а так же микроРНК. Последние не затрагивают нуклеотидную последовательность ДНК, однако влияют на функциональную активность (экспрессию) генов. Эпигенетические изменения генома играют ключевую роль в дифференцировке клеток и в этом плане они являются нормальным процессом, связанным с регуляцией активности генов. Однако оказалось, что ошибки эпигенетической регуляции активности генов являются причиной развития различных патологий человека, включая канцерогенез. В настоящее время показано, что aberrантное метилирование и aberrантная экспрессия микроРНК играют не меньшую, если не большую, роль в развитии самых разнообразных типов злокачественных опухолей. Как метилирование ДНК, так и увеличение экспрессии микроРНК оказывают репрессирующие действие на функциональную активность их генов-мишеней. Однако механизм репрессирующего действия этих факторов различается. Если метилирование ДНК подавляет транскрипционную активность генов-мишеней, то свое действие микроРНК осуществляет на посттранскрипционном уровне.

МикроРНК представляет собой короткую однонитевую молекулу РНК размером от 19 до 23 нуклеотидов, которая в составе полибелкового комплекса, получившего название RISC (RNA-induced silencing complex), обеспечивает распознавание целевых молекул информационных РНК (иРНК) генов-мишеней. Это приводит либо к деградации молекул иРНК, либо к подавлению их трансляции. Исследованию механизма действия и функции микроРНК в настоящее время уделяется чрезвычайно большое внимание. Несмотря на то что сам факт существования микроРНК в клетках человека обнаружен лишь в 2001–2002 гг., в настоящее время по данным PubMed (NSBI) опубликовано более 65 тысяч работ по этому вопросу, в том числе более 30 тысяч работ, связанных с исследованием роли микроРНК в канцерогенезе. Этот интерес к микроРНК обусловлен двумя обстоятельствами. Во-первых, они участвуют в контроле практически всех клеточных процессов, протекающих как в норме, так и при развитии патологии. И, во-вторых, микроРНК оказались не только наиболее удобным и эффективным маркером при регистрации злокачественного перерождения клеток на разных этапах развития опухоли, но и перспективным кандидатом при создании принципиально новых методов лечения злокачественных опухолей на поздних стадиях развития (микроРНК-терапия). В настоящее время онкологические препараты, созданные на базе let-7b, miR-221, miR-10b и miR-21, находятся на стадии доклинических испытаний, а препарат MRX34, основой которого являются синтетические олигонуклеотиды miR-34a, проходит клинические испытания при лечении пациентов с прогрессирующим или метастатическим раком печени. Следует сказать, что стратегия микроРНК-зависимой терапии, предложенная в 2009 году, основана на коррекции aberrантной экспрессии микроРНК, играющих ключевую роль в контроле клеточных процессов, обуславливающих развитие опухоли. В настоящее время технические проблемы микроРНК-терапии, связанные с доставкой микроРНК к клеткам опухоли и стабильностью микроРНК, в практическом плане решены. В результате основной проблемой развития микроРНК-терапии является идентификация перспективных микроРНК, пригодных для лечения различных типов опухолей.

Начиная с 2011 года в отделе молекулярной биологии ИАЗ ЮНЦ РАН проводятся исследования по двум взаимосвязанным направлениям. Это, во-первых, идентификация и анализ механизма действия микроРНК, участвующих в контроле канцерогенеза и, во-вторых, идентификация микроРНК, сохраняющих свою aberrантную экспрессию в клеточных поколениях при действии ионизирующей радиации и противоопухолевых

препаратов. В результате были идентифицированы микроРНК и их кластеры, участвующие в контроле развития злокачественных опухолей толстой кишки и простаты. При этом в качестве объектов исследования использовали клетки опухолей толстой кишки и образцы нормальной и опухолевой ткани простаты из коллекции, созданной в отделе молекулярной биологии ИАЗ ЮНЦ РАН. Исследования, проведенные на модели перевиваемых линий рака простаты, позволили идентифицировать микроРНК, участвующие в регуляции их гормональной зависимости и резистентности к действию ионизирующей радиации. И, наконец, на модели клеток HeLa идентифицированы микроРНК, сохраняющие aberrантную экспрессию в ряду клеточных поколений после действия ионизирующей радиации и противоопухолевого препарата – митомицина С, и впервые показано, что в сохранении в клеточных поколениях aberrантной экспрессии микроРНК основную роль играет индуцированное этими мутагенами aberrантное метилирование ДНК. И, наконец, на модели клеток HeLa показано, что в сохранении индуцированной мутагенами aberrантной экспрессии микроРНК ключевую роль играет aberrантное метилирование ДНК.

Сохраняясь в ряду клеточных поколений соматических клеток, эпигенетические изменения генома, в отличие от традиционных мутаций, являются обратимыми событиями. Это открыло перед нами возможность разработки принципиально новых методов лечения целого ряда заболеваний, включая рак, которые в настоящее время представляются неизлечимыми.

МикроРНК, УЧАСТВУЮЩИЕ В КОНТРОЛЕ ГОРМОНАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КЛЕТОК РАКА ПРОСТАТЫ

М.Г. Тютякина, М.А. Махоткин, А.В. Набока, Е.Н. Черкасова, В.А. Тарасов

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
tyutyakina@mail.ru, mmakhotkin@mail.ru,
korsunova.anastasia@yandex.ru, cherkasova37@gmail.com, vat.vigg@mail.ru

Исследования последних 10–15 лет показали, что микроРНК является тотальным регулятором генной активности. Под контролем микроРНК находятся практически все клеточные процессы, протекающие как в норме, так и при развитии различных патологий, включая канцерогенез. При лечении рака простаты, который занимает второе место по распространенности злокачественных новообразований у мужчин, широко используется гормональная терапия [Stewart, Wild, 2014]. Однако на поздних стадиях опухоль простаты часто приобретает способность расти и прогрессировать в отсутствие андрогена. Очевидно, что в этих случаях гормональная терапия оказывается неэффективной.

В этой связи исследование механизмов, лежащих в основе возникновения гормональной независимости клеток рака простаты имеет не только фундаментальное, но и практическое значение. Данная работа посвящена анализу роли микроРНК в регуляции гормональной зависимости клеток рака простаты. В работе были использованы клетки гормон-зависимой линии LNCaP и гормон-независимой линии рака простаты DU-145. Контролем служили клетки нормальной ткани простаты, образцы которых были получены при удалении злокачественной опухоли мочевого пузыря. Для анализа экспрессии микроРНК использовали метод параллельного массового секвенирования на платформе Illumina.

Идентифицированы 7 микроРНК, показавшие значимые разнонаправленные изменения экспрессии в гормон-зависимых клетках LNCaP и гормон-независимых клетках DU-145 по отношению к экспрессии микроРНК в клетках нормальной ткани простаты. Проведенный анализ показал, что мишенью пяти микроРНК, экспрессия которых увеличена в клетках LNCaP и снижена в клетках DU-145 является ген рецептора инсулиноподобного фактора 1 (IGF1R), это микроРНК miR-148a, let-7b, а также три кластерных микроРНК miR-99a, let-7c, miR-125b-2, гены которых тесно сцеплены и локализованы в одном из интронов гена MIR99AHG [Xu et al., 2013; 2014]. На рисунке 1 представлена схема взаимодействия этих микроРНК в гормон-зависимых клетках LNCaP и гормон-независимых клетках DU-145.

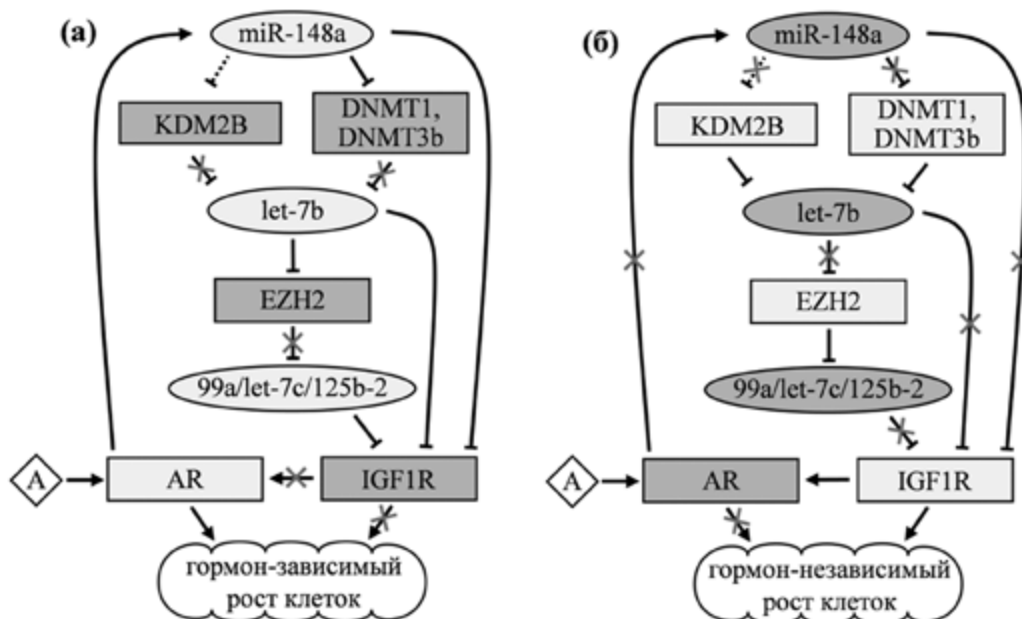


Рис. 1

Механизм микроРНК-зависимой регуляции экспрессии гена *IGF1R* в клетках гормон-зависимых (*LNCaP*) и гормон-независимых (*DU-145*) линий рака простаты: а) схема регуляции в клетках *LNCaP*, б) – схема регуляции в клетках *DU-145*; ↓ – стимуляция, ⊥ – подавление, × – отсутствие (ослабление) регулирующего действия; □ – увеличенная, ■ – уменьшенная экспрессия гена; ⋯ – предсказанная, | – верифицированная регуляция

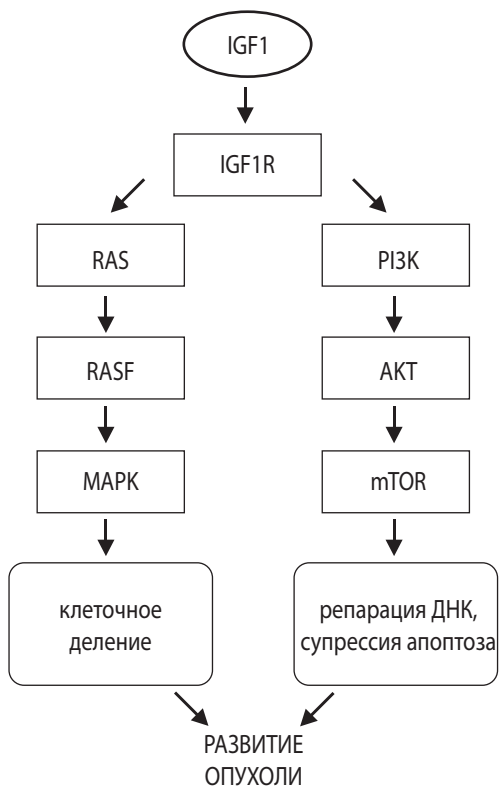


Рис. 2

Участие *IGF1* в активации сигнальных путей *RAS/RAF/MAPK* и *PI3K/AKT/mTOR*

Хорошо известно, что рецептор инсулиноподобного фактора 1 (*IGF1R*) имеет существенное значение в канцерогенезе простаты [Sun et al., 2014]. Трансмембранный рецептор *IGF1R* обладает тирозинкиназной активностью и участвует в контроле активности внутриклеточных сигнальных путей *RAS/RAF/MAPK* и *PI3K/AKT/mTOR*, первый из которых регулирует прохождение клетками митотического цикла, тогда как второй влияет на протекание процессов апоптотической гибели клеток и репарации ДНК. Нарушения нормальной регуляции этих процессов приводит к неконтролируемому делению клеток и нестабильности генома – основным факторам, лежащим в основе развития злокачественных опухолей (рис. 2).

Роль инсулиноподобного фактора 1 в развитии гормон-независимости опухоли простаты может быть связана либо с независимой от андрогена активацией андрогенового рецептора, который играет ключевую роль в развитии рака простаты, либо с участием *IGF1R* в обходном сигнальном пути роста клеток опухоли простаты, независимом от функции андрогенового рецептора [Saraon et al., 2014]. В любом случае полученные нами данные указывают на роль микроРНК-зависимой регуляции экспрессии гена *IGF1R* в контроле чувствительности от гормонов клеток рака простаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Saraon P., Drabovich A.P. et al. Mechanisms of androgen-independent prostate cancer // *EJIFCC*. 2014. Vol. 25. № 1. P. 42–54.

Stewart B.W., Wild C. (Eds): World Cancer Report 2014. Lyon: International Agency for Research on Cancer. 2014. 632 p.

Sun D., Layer R. et al. Regulation of several androgen-induced genes through the repression of the miR-99a/let-7c/miR-125b-2 miRNA cluster in prostate cancer cells // *Oncogene*. 2014. Vol. 33. № 11. P. 1448–1457.

Xu H., Liu C. et al. Let-7b-5p regulates proliferation and apoptosis in multiple myeloma by targeting IGF1R // *Acta Biochim. Biophys. Sin. (Shanghai)*. 2014. Vol. 46. № 11. P. 965–972.

Xu Q., Jiang Y. et al. A regulatory circuit of miR-148a/152 and DNMT1 in modulating cell transformation and tumor angiogenesis through IGF-IR and IRS1 // *J. Mol. Cell Biol.* 2013. Vol. 5. № 1. P. 3–13.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ микроРНК, АССОЦИИРОВАННЫХ С РАДИОРЕЗИСТЕНТНОСТЬЮ КЛЕТОК ГОРМОН-НЕЗАВИСИМОЙ ЛИНИИ РАКА ПРОСТАТЫ

*Д.А. Чеботарев, М.А. Махоткин, А.В. Набока,
М.Г. Тютякина, В.А. Тарасов*

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
last-che@yandex.ru

Проблема механизмов радиорезистентности клеток человека имеет не только фундаментальное, но и практическое значение, поскольку радиационная терапия является одним из основных методов, используемых при лечении онкологических заболеваний. Наиболее перспективным методом исследования этой проблемы является получение радиорезистентных мутантов или вариантов исходных клеток. Исследования последних 10–15 лет показали, что микроРНК являются тотальными регуляторами генной активности в клетках эукариот, включая клетки человека [Mendell, Olson, 2012]. Известно, что под их контролем находятся основные генетические процессы не только в норме, но и при развитии различной патологии, в том числе рак простаты.

При получении радиорезистентных вариантов клеточной линии карциномы предстательной железы DU145 нами был использован метод многократного дробного облучения гамма-квантами (рис. 1).

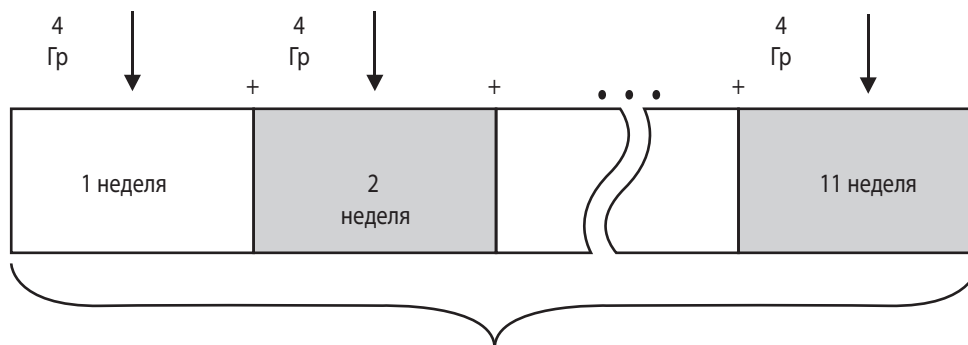


Рис. 1

Схема получения радиорезистентного варианта
исходной линии DU145

При оценке резистентности полученного варианта учитывалась частота возникновения некроза и апоптоза с использованием флуоресцентной микроскопии [Crowley et al., 2016] и способность облученных клеток формировать клоны (клоногенный тест). Результаты этих анализов представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1

ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛОНОГЕННОСТИ КЛЕТОК НАТИВНОГО
И РАДИОРЕЗИСТЕНТНОГО ВАРИАНТОВ ЛИНИИ DU145

Доза радиации	Контрольная линия		Резистентная линия		Относительное изменение клоногенности $\log_2 F$	Значимость различий	
	Посеяно клеток	Сформировано колоний	Посеяно клеток	Сформировано колоний		Значение χ^2	p
0 Гр	300	84	450	136	0,11	0,54	>0,05
2 Гр	450	76	600	136	0,42	5,7	<0,02
4 Гр	900	83	1200	146	0,40	4,9	<0,05
6 Гр	1800	67	3000	202	0,86	19,9	<0,01

Примечание: Критические уровни χ^2 : 3,84 для p=0,05; 5,41 для p=0,02; 6,64 для p=0,01

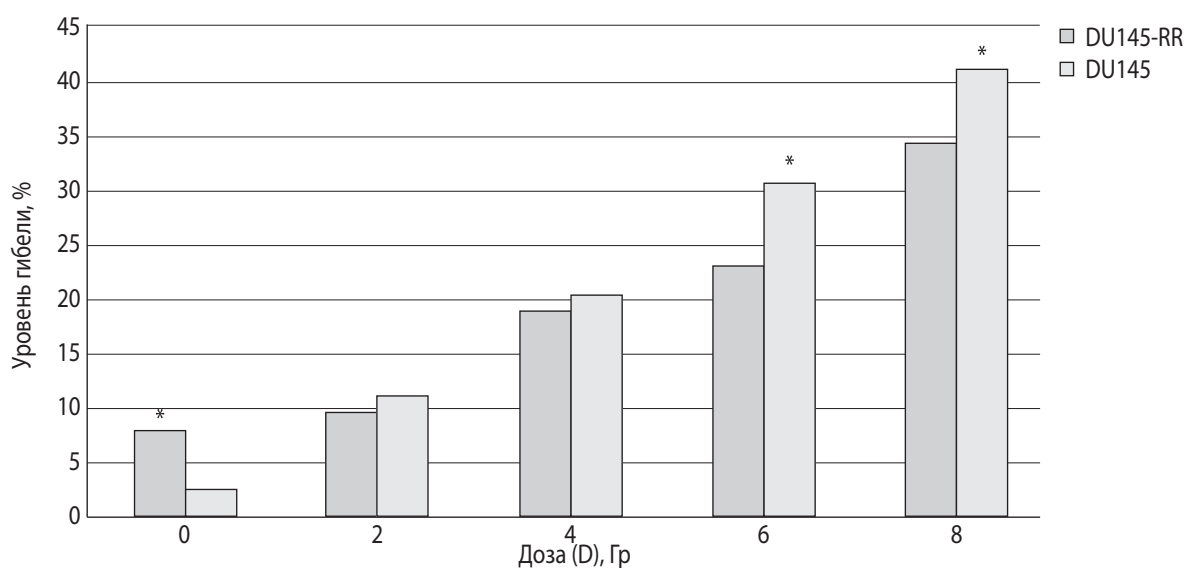


Рис. 2

Уровень интерфазной клеточной гибели DU145
и его радиорезистентного варианта – DU145-RR

Примечание: * – статистически значимые отличия, p < 0,01

При оценке пострадиационной гибели клеток различают некротическую/апоптотическую гибель клеток и репродуктивную гибель. В основе последней лежат возникающие хромосомные aberrации [Lavelle, Foray, 2014]. По результатам анализа установлено, что по этим двум показателям полученный после дробного облучения вариант DU145-RR демонстрирует большую радиорезистентность по сравнению с таковой в исходной линии.

При анализе индуцированной радиацией aberrантной экспрессии микроРНК в исходном и полученном радиорезистентном варианте DU145 использовался метод массового параллельного секвенирования на платформе HiSeq Illumina. При этом учитывались микроРНК, показавшие однонаправленную aberrантную экспрессию спустя 4 и 8 суток после радиационного воздействия. В результате были идентифицированы 9 микроРНК, показавшие статистически значимые изменения экспрессии в отобранном радиорезистентном варианте DU145-RR и отсутствие таковых в клетках исходной линии DU145.

микроРНК, АССОЦИИРОВАННЫЕ С РАДИОРЕЗИСТЕНТНОСТЬЮ КЛЕТОК DU145

микроРНК	DU145				DU145-RR			
	4 сутки		8 сутки		4 сутки		8 сутки	
	Log2FC*	FDR**	Log2FC*	FDR**	Log2FC*	FDR**	Log2FC*	FDR**
miR-100-3p	-0,1	0,58	0,1	0,55	0,9	0,00	1,0	0,00
miR-15b-5p	0,2	0,44	-0,3	0,29	-1,3	0,00	-1,2	0,00
miR-193b-3p	0,7	0,12	-0,4	0,31	-1,2	0,00	-1,2	0,00
miR-23a-3p	0,4	0,12	0,1	0,70	-0,9	0,00	-0,7	0,00
miR-29b-3p	0,1	0,69	0,5	0,06	-0,5	0,04	-1,2	0,00
miR-30c-5p	0,2	0,73	0,5	0,12	-0,7	0,03	-0,7	0,05
miR-425-5p	-0,5	0,58	0,2	0,84	-1,6	0,00	-2,4	0,00
miR-769-5p	-0,2	0,36	0,3	0,30	1,0	0,00	1,6	0,00
miR-125b-5p	0,6	0,09	0,3	0,38	-1,2	0,00	-2,0	0,00

Примечание: * – двоичный логарифм отношения нормированной наблюдаемой частоты микроРНК после радиационного воздействия к таковой в необработанных радиацией клетках; ** – ожидаемая доля ложных результатов.

Известно, что биологический эффект ионизирующего излучения в основном определяется индукцией двуниевых разрывов ДНК [Kuefner et al., 2015]. Репарация двуниевых разрывов включает в себя два различных пути: зависимый от рекомбинации и не зависимый от рекомбинации ДНК. Двуниевые разрывы, сохранившиеся к моменту прохождения клетками фазы репликации или вступления клеток в митоз, лежат в основе хромосомных aberrаций соответственно хромосомного и хроматидного типов. Кроме того, возникающие в ДНК повреждения являются индукторами клеточного ответа, основную роль в котором играет фосфопротеинкиназа АТМ и транскрипционный регулятор Р53. В настоящее время показано, что в клеточный ответ на индукцию повреждения ДНК включены более 700 генов, в том числе гены, контролирующие репарацию ДНК и апоптоз, а также экспрессию микроРНК.

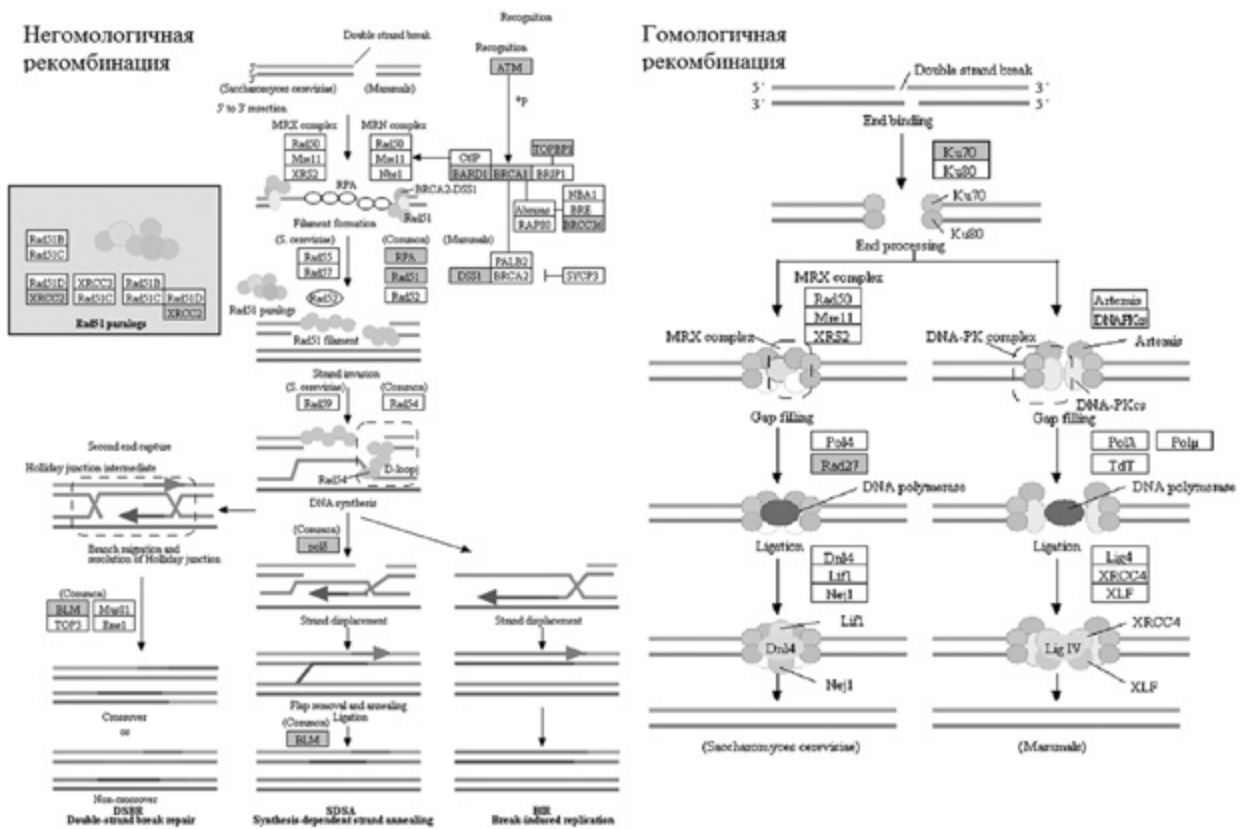


Рис. 3

Метаболические пути репарации двуниевых разрывов ДНК

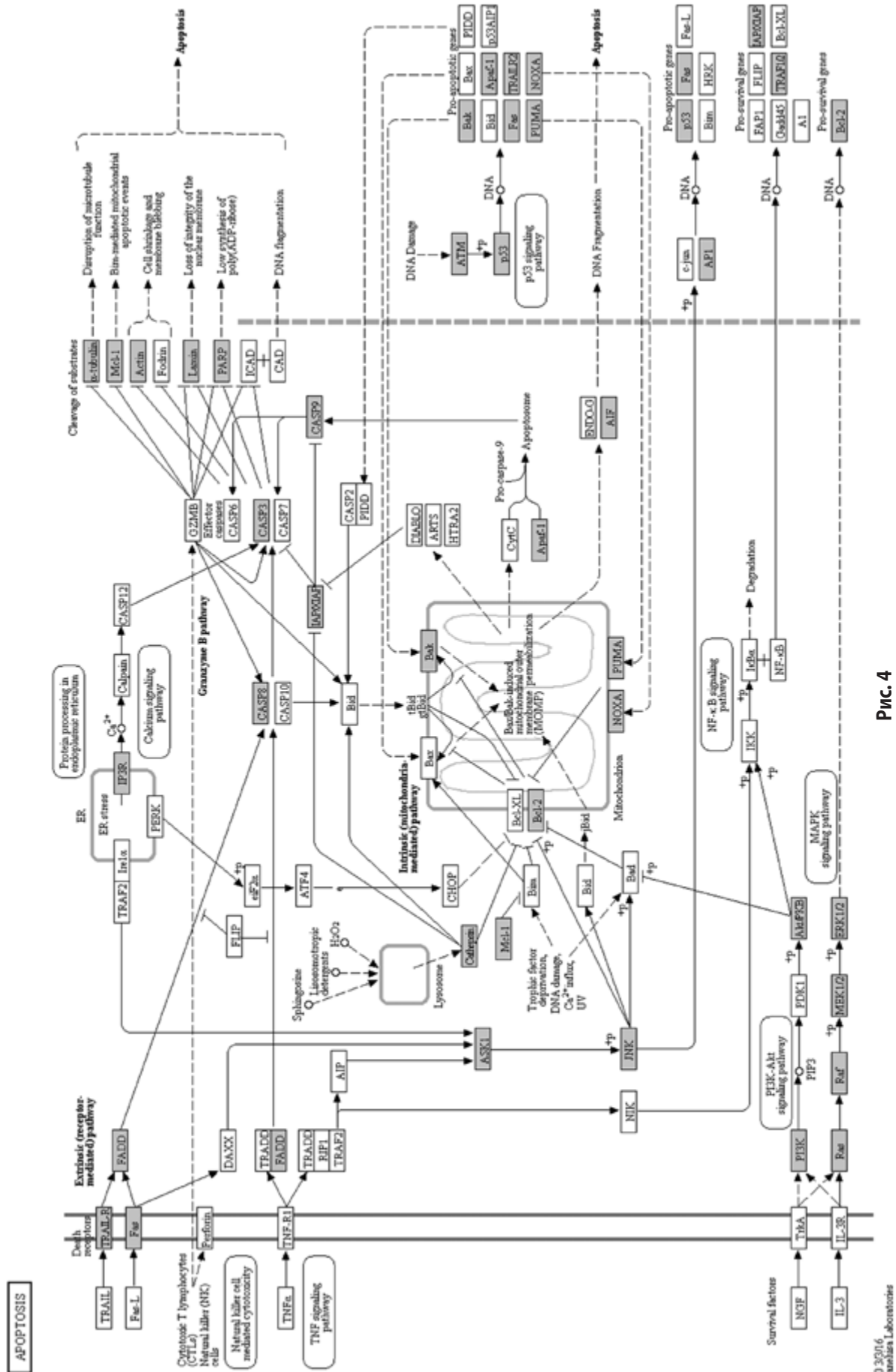


Рис. 4
Метаболические пути апоптоза

04210 3/3/16
(c) Kazanika Laboratories

На рисунках 3 и 4 представлены схемы процессов репарации ДНК и апоптоза (по данным Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes [URL: http://www.kegg.jp/kegg/tool/map_pathway3.html]). Серым цветом отмечены белки, гены которых являются прямыми мишенями отобранных нами микроРНК, ассоциированных с радиорезистентностью клеток DU145.

По результатам проведенного анализа выявлено, что 4 микроРНК – miR-193b-3p, miR-23a-3p, miR-30c-5p и miR-769-5p участвуют в регуляции экспрессии генов, контролирующих репарацию двунитевых разрывов ДНК, а 8 микроРНК (miR-15b-5p, miR-193b-3p, miR-23a-3p, miR-29b-3p, miR-30c-5p, miR-425-5p, miR-769-5p, miR-125b-5p) – контролирующих процессы апоптоза.

Полученные в работе результаты позволили сформировать выборку кандидатных микроРНК, потенциально участвующих в контроле радиорезистентности гормон-независимых клеток рака простаты с целью идентификации отдельных микроРНК, влияющих на их радиорезистентность, механизмы их действия и наследования в ряду клеточных поколений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Crowley L.C., Marfell B.J., Waterhouse N.J. Analyzing Cell Death by Nuclear Staining with Hoechst 33342 // Cold Spring Harbor Protocols. 2016. Vol. 2016. № 9. P. 778–781.

Kuefner M.A., Brand M., Engert C., Schwab S.A., Uder M. Radiation Induced DNA Double-Strand Breaks in Radiology // Rofo. 2015. Vol. 187. № 10. P. 872–878.

Lavelle C., Foray N. Chromatin structure and radiation-induced DNA damage: from structural biology to radiobiology // The international journal of biochemistry & cell biology. 2014. V. 49. P. 84–97.

Mendell J.T., Olson E.N. MicroRNAs in stress signaling and human disease // Cell. 2012. Vol. 148. № 6. P. 1172–1187.

МАРКЕРЫ КЛИНИЧЕСКИ АГРЕССИВНЫХ ФОРМ РАКА ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Е.А. Черногубова^{1,2}, М.И. Коган^{1,2}, М.Б. Чибичян²

¹Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

²Ростовский государственный медицинский университет, г. Ростов-на-Дону
eachernogubova@mail.ru

Рак предстательной железы (РПЖ) – наиболее часто встречающееся злокачественное новообразование у мужчин, представляющее большую социальную и медицинскую проблему. Неспособность отличать агрессивные формы рака простаты от его индолентных форм, потенциально безопасных форм – главная проблема простатологии [Имянитов, 2008].

Клинически агрессивные формы рака предстательной железы развиваются у пациентов с высоким риском прогрессии рака в виде местного рецидива или дистантного метастазирования. Причем речь идет о тех формах рака, которые необходимо определить еще на этапе диагностики, когда обсуждается вопрос о том, надо ли наблюдать за течением заболевания или агрессивно лечить. Показатели простатспецифического антигена (ПСА) не характеризуют агрессивность рака. Единственным маркером агрессивности рака простаты является морфологическая диагностика по шкале Глиссона. Так как морфологическое исследование предполагает проведение биопсии, которая является инвазивным методом, чреватаями серьезными осложнениями, в мировом урологическом сообществе давно сформировалась необходимость разработки малоинвазивных и неинвазивных методов диагностики агрессивных форм рака простаты. Решение этой проблемы возможно только на основе комплексного исследования целого спектра различных соединений.

Ранее нами было установлено, что нарушение протеиназно-ингибиторного баланса калликреин-кининовой и ренин-ангиотензиновой систем (РАС) играет значительную роль в процессах онкогенной трансформации при раке предстательной железы [Чёрногубова, Браславская и др., 2009; Коган, Чёрногубова и др., 2011; Коган, Чёрногубова и др., 2015]. Было показано, что увеличение активности ангиотензинпревращающего фермента (АПФ) и калликреина в крови и секрете простаты приводит к накоплению пептидных регуляторов клеточной пролиферации, ангиогенеза – ангиотензина II и брадикинина при РПЖ. На основе оценки показателей ключевых протеолитических систем организма, участвующих в метаболизме брадикинина и ангиотензина II, идентифицированы перспективные маркеры онкогенной трансформации простаты [Коган, Чибичян и др., 2009]. Доказано наличие функциональной связи процессов онкогенной трансформации простаты и ключевых протеолитических систем организма [Коган, Чёрногубова и др., 2015]. На основе этих исследований разработана концепция участия калликреин-кининовой и ренин-ангиотензиновой систем в канцерогенезе при раке предстательной железы. В связи с этим для разработки маркеров клинически агрессивных форм рака предстательной железы нами использованы маркеры с доказанной ранее канцероспецифичностью.

Целью исследования является идентификация маркеров для прогнозирования агрессивных форм рака предстательной железы.

В исследование включено 110 пациентов с РПЖ, 59 из которых была выполнена радикальная позадилоная простатэктомия (РПЭ), 51 пациенту проводилась наружная лучевая или гормонолучевая терапия (ГЛТ). Всем пациентам в течение 18 месяцев выполнялся ПСА-мониторинг. Работы с биологическими материалами, полученными у пациентов, были проведены в соответствии с Национальным стандартом РФ «Надлежащая клиническая практика» (Good Clinical Practice; GCP) [ГОСТ Р 52379-2005]. На основе ПСА-мониторинга ретроспективно стратифицировали группы пациентов: с безрецидивным течением и с развитием биохимического рецидива и клиническими признаками рецидива. В сыворотке крови определяли активность АПФ (КФ 3.4.15.1) [Голиков, Николаева, 1998]. Исследован материал пункционных биопсий простаты 20 мужчин с РПЖ, которым проводилась ГЛТ. Для идентификации ассоциированных с прогрессией РПЖ показателей определяли экспрессию рецепторов ангиотензина II второго типа (AT2-R) в ткани предстательной железы [Dabbs, 2006].

Статистический анализ полученных данных проводили с использованием общепринятых методов вариационной статистики и стандартного пакета прикладных программ STATISTICA с применением методов линейной регрессии, построения «классификационного дерева», пошаговой регрессии и нестандартизированного дискриминантного анализа (для оценки значимости изучаемых факторов в прогнозе пациента).

По результатам исследования идентифицированы принципиально новые маркеры клинически агрессивных форм рака предстательной железы после РПЭ и ГЛТ.

Результаты исследования показали, что прогрессия РПЖ после РПЭ ассоциирована с увеличением активности АПФ в крови, причем активность АПФ начинает расти раньше, чем отмечается прогрессия заболевания в виде развития биохимического рецидива. Совместное определение АПФ и ПСА в крови позволяет выделить группу пациентов с высоким риском развития агрессивных форм рака предстательной железы после радикальной простатэктомии с чувствительностью и специфичностью 72,7 % ($p < 0,001$), 91,2 % ($p < 0,001$) соответственно.

Анализ экспрессии рецепторов ангиотензина II второго типа в ткани простаты больных РПЖ до начала ГЛТ позволяет выделить пациентов с высоким риском развития рецидива заболевания и выбрать в отношении их оптимальную терапевтическую стратегию. При использовании модели предсказания биохимической прогрессии после ГЛТ в зависимости от значения AT2-R в ткани простаты чувствительность теста составляет 87,5 % ($p < 0,01$), специфичность – 85,71 % ($p < 0,01$). Предлагаемый способ позволяет прогнозировать биохимический рецидив рака предстательной железы, в том числе при низких значениях ПСА [Коган, Чибичян, 2016]. Таким образом, снижение экспрессии AT2-R в ткани простаты до начала ГЛТ отмечается у пациентов с последующим развитием биохимического рецидива, следовательно, дефицит рецепторов к ангиотензину II второго типа ассоциирован с клинически агрессивными формами рака предстательной железы. Результаты исследования показали, что развитие клинически агрессивных форм РПЖ после ГЛТ ассоциировано также с увеличением активности АПФ в крови, причем активность АПФ начинает расти раньше, чем отмечается прогрессия заболевания в виде развития биохимического рецидива. Необходимо отметить, что рост активности АПФ на ранних этапах развития рецидива РПЖ приводит к накоплению пептидного регулятора канцерогенеза – ангиотензина II, при этом лимитирующим фактором развития агрессивных форм рака простаты является наличие рецепторов к ангиотензину II. Мы предполагаем, что повышение активности АПФ на фоне снижения экспрессии рецепторов к ангиотензину II второго типа является маркером, прогнозирующим ухудшение клинического исхода заболевания. Совместное определение АПФ и ПСА в крови позволяет выделить группу пациентов с высоким риском развития агрессивных форм рака предстательной железы после ГЛТ с чувствительностью и специфичностью 78,6 % ($p < 0,001$), 94,6 % ($p < 0,001$) соответственно.

Как известно, PAC вовлечена в злокачественную трансформацию и опухолевую прогрессию. В различных злокачественных опухолях человека экспрессированы основные компоненты PAC, такие как АПФ и рецепторы ангиотензина II [Кугаевская, Тимошенко и др., 2015; Wegman-Ostrosky, Soto-Reyes et al., 2015]. Основные функции ангиотензина II (воспаление, ангиогенез и миграция) связаны с прогрессированием рака. Ангиотензин II оказывает непосредственное воздействие на раковые клетки, способствуя росту опухоли, за счет влияния на адгезию, миграцию и подвижность клеток, ускоряя прогрессирование метастазирования [Rodrigues-Ferreira, Abdelkarim et al., 2012]. Ангиотензин II активирует рецепторы AT1-R, которые стимулируют в клетках экспрессию нескольких проангиогенных веществ и факторов роста, включая VEGF, ангиопоэтин 2, FGF-а и PDGF [Hunyady, Catt, 2006]. VEGF-сигналинг, индуцируемый AT1-R, является одним из ключевых регуляторов роста опухоли и опухолевого ангиогенеза при РПЖ [Botelho, Pina et al., 2010]. Таким образом, в опухолевых и окружающих опухоль клетках AII-AT1-R-сигналинг направлен на ускорение процесса пролиферации и переходу к злокачественности, а также вовлечен в модулирование ангиогенеза, который рассматривается в качестве одного из основных механизмов проопухолевого влияния PAC. Рецепторы AT2-R являются негативными регуляторами сигнальных путей, зависящих от AT1-R. Через рецепторы к ангиотензину II второго типа предположительно запускаются процессы апоптоза в клетках РПЖ [Pei, Jie et al., 2010; Li, Luo et al., 2016]. Если данное предположение верно, AT2-R возможно будет использовать в разработке новых терапевтических подходов к лечению РПЖ.

Таким образом установлено, что прогрессия РПЖ независимо от стадии заболевания и стратегии лечения РПЖ ассоциирована с увеличением активности АПФ [Коган, Чёрногубова и др., 2016б]. Анализ отдельных показателей PAC – активности АПФ, экспрессии рецепторов к ангиотензину II в ткани предстательной железы при РПЖ позволяет на ранних этапах терапии выделить группу пациентов с высоким риском развития клинически агрессивных форм рака простаты и выбрать в отношении их оптимальную терапевтическую стратегию [Коган, Чёрногубова и др., 2016а; Чибичян, Коган и др., 2016].

Работа выполнена в рамках реализации Государственного задания «Идентификация и анализ генетических и эпигенетических детерминант, участвующих в контроле развития злокачественных опухолей и ответе клеток на стрессовые воздействия» № 0120136319 и частично при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Соглашения о предоставлении субсидии № 14.607.21.0099, уникальный идентификатор прикладных научных исследований и экспериментальных разработок (проекта) RFMEFI60714X0099, ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Голиков П.П., Николаева Н.Ю. Экспресс-метод определения активности ангиотензин-превращающего фермента в сыворотке крови // Клин. лаб. диагностика. 1998. 1. С. 11–13.
- ГОСТ Р 52379-2005 Национальный стандарт РФ «Надлежащая клиническая практика» (Good Clinical Practice; GCP) (утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 сентября 2005 г. N 232-ст).
- Имянитов Е.Н. Эпидемиология и биология рака простаты // Практическая онкология. 2008. 9 (2). С. 57–64.
- Коган М.И., Чибичян М.Б. и др. Способ определения показателя для биопсии предстательной железы // Патент на изобретение RUS 2406446 17.11.2009. Бюл. БИПМ. № 2520.12.2010.
- Коган М.И., Чёрногубова Е.А. и др. Активность протеолитических ферментов и их ингибиторов в секрете простаты при доброкачественной гиперплазии и раке предстательной железы // Онкоурология. 2011. 2. С. 46–51.
- Коган М.И., Чёрногубова Е.А. и др. Роль калликреин-кининовой и ренин-ангиотензиновой систем в патогенезе рака предстательной железы // Урология. 2015. 3. С. 50–54.
- Коган М.И., Чёрногубова Е.А. и др. Прогностические маркеры рецидива рака предстательной железы после радикальной простатэктомии // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2016а. 11(4). С. 511–515.
- Коган М.И., Чёрногубова Е.А. и др. Ангиотензинпревращающий фермент – новый прогностический маркер рецидива при терапии рака предстательной железы // Онкоурология. 2016б. 4. С. 87–93.
- Коган М.И., Чибичян М.Б. и др. Способ прогнозирования риска развития биохимического рецидива у больных раком предстательной железы после гормонотерапии // патент на изобретение RUS 2605838 06.12.2016. Бюл. БИМП № 36 27.12.2016.
- Кугаевская Е.В., Тимошенко О.С. и др. Ангиотензин превращающий фермент: антигенные свойства доменов, роль в метаболизме пептида бета-амилоида и опухолевой прогрессии // Биомедицинская химия. 2015. 61(3). С. 301–311.

Чёрногубова Е.А., Браславская И.В. и др. Роль сериновых протеиназ в патогенезе рака предстательной железы // Наука Юга России. 2009. 5(1). С. 81–93.

Чибилян М.Б., Коган М.И. и др. Роль рецепторов ангиотензина II второго типа в прогнозировании биохимического рецидива при терапии рака предстательной железы // Урология. 2016. 6. С. 89–94.

Botelho F., Pina F. et al. Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) and Prostate Pathology. International Braz J. Urol. 2010. 36 (4). P. 430–438.

Dabbs D.J. Diagnostic Immunohistochemistry. 2nd edit. Philadelphia, Churchill Livingstone: Elsevier, 2006. 828 p.

Hunyady L., Catt K.J. Pleiotropic AT1 receptor signaling pathways mediating physiological and pathogenic actions of angiotensin II. Molecular Endocrinology. 2006. 20. P. 953–970.

Li J., Luo J. et al. Adenovirus-Mediated Angiotensin II Type 2 Receptor Overexpression Inhibits Tumor Growth of Prostate Cancer In Vivo. Journal of Cancer. 2016. 7(2). P. 184–191.

Pei N., Jie F. et al. Gene Expression Profiling Associated with Angiotensin II Type 2 Receptor-Induced Apoptosis in Human Prostate Cancer Cells. PLoS One. 2014. 9(3). P. e92253.

Rodrigues-Ferreira S., Abdelkarim M. et al. Angiotensin II Facilitates Breast Cancer Cell Migration and Metastasis // PLoS ONE. 2012. 7. (4). P. 1–8.

Wegman-Ostrosky T., Soto-Reyes E. et al. The renin-angiotensin system meets the hallmarks of cancer // J Renin Angiotensin Aldosterone Syst. 2015. 16(2). P. 227–233.

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА
И КОНФЛИКТОЛОГИЯ, ВОЕННАЯ ИСТОРИЯ
И ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЮЖНЫХ
РЕГИОНОВ СТРАНЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ
И ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ,
АРХЕОЛОГИЯ И ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ
НАСЛЕДИЕ НАРОДОВ ЮГА РОССИИ

НАПРАВЛЕНИЕ 9

**КОНФЛИКТОЛОГИЧЕСКИЕ СЦЕНАРИИ ЮГА РОССИИ:
ЭКОНОМИКА, ПОЛИТИКА, ТЕНДЕНЦИИ**

В.А. Авксентьев

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН,
г. Ростов-на-Дону
avksentiev@rambler.ru

Разработка конфликтологических сценариев и прогнозов является важной частью исследовательской и экспертной деятельности сотрудников ЮНЦ РАН. Прогнозы неоднократно докладывались на рабочих встречах ученых ЮНЦ РАН, управленцев и «силовиков». Сами прогнозы периодически корректируются, так как развитие ситуации определяется не только долговременными трендами на Юге России, но и управленческими решениями, которые трудно прогнозировать. Поэтому эффективность конфликтологического прогнозирования определяется не только и не столько тем, насколько точно сбываются такие прогнозы, но и тем, насколько эффективными являются управленческие решения и насколько удалось «купировать» спрогнозированные негативные тенденции и минимизировать риски.

Первые конфликтологические прогнозы были представлены в 2005 г. на встречах ученых ЮНЦ РАН с полпредом Президента РФ в ЮФО Д.Н. Козаком. Тогда было констатировано, что наиболее вероятным сценарием является умеренный, который уже в следующем 2006 г. был уточнен как умеренно-негативный. В последующих исследованиях мы показали, что не позднее 2009 г. состоялся переход макрорегиона на негативный конфликтологический сценарий [Матишов и др., 2012]. Этот сценарный прогноз сохранялся вплоть до 2014 г., который рассматривался нами как достаточно сложный постолимпийский год. Прогнозировалась возможность системного кризиса российской государственности на фоне начинавшейся экономической стагнации и нерешенности проблем реформирования политической системы в первом десятилетии XXI в. Тогда мы считали, что узловые точки кризиса придутся на 2017, 2018 и 2019 гг. [Авксентьев и др., 2014].

События 2014 г. потребовали существенной корректировки ранее сделанных прогнозов. Фактически этот год перечеркнул большинство из этих прогнозов. 2014-й год – особый в истории России, это фактически тот год, который означает окончание постсоветского периода. С присоединением Крыма Россия обрела новый геополитический статус; в результате оказалась «высеченной» новая геополитическая конфигурация в Евразии. Одновременно Россия оказалась под действием санкций геополитических конкурентов, которые вместе с другими негативными факторами привели к существенному ухудшению экономической ситуации, новым экономическим вызовам, но и новым возможностям.

Стабилизация социально-политической ситуации на Юге началась еще в 2013 г., в период подготовки к Олимпиаде-2014 в г. Сочи. Были предприняты исключительные меры безопасности, главной из которых стала «зачистка» бандподполья на Северном Кавказе. Хотя оно не было ликвидировано полностью, уничтожение главарей способствовало тому, что действия боевиков стали бессистемными, и наиболее «пассионарные» из них нашли «приложение» своим силам на Ближнем Востоке.

В 2014 г. был сделан вывод, что регион вернулся на умеренно-негативный сценарий, и для середины второго десятилетия XXI в. это был существенный шаг вперед. Изменение сценарного прогноза в позитивную сторону, несмотря на общий «фрейм» негативного сценария, позволяет сделать два вывода. Первое – основой относительной стабилизации в регионе является деятельность силовиков; второе – уничтожение руководства и существенное ослабление самого бандподполья является важной предпосылкой дальнейшей стабилизации на Юге. Само существование бандподполья играет роль фактора воспроизводства терроризма на Юге: пока бандподполье существует и манифестирует свою активность, оно будет выступать в качестве аттрактора для радикально настроенных людей. Когда есть возможность «уйти в леса» и присоединиться к одной из находящихся там группировок, будут находиться люди, выбирающие именно такой путь. А сами участники бандподполья будут продолжать вербовать сторонников в свои ряды. Поэтому ликвидация бандподполья на Северном Кавказе по-прежнему остается одной из главных задач по стабилизации обстановки [Авксентьев, 2017].

Немалую роль в стабилизации политической ситуации на Юге сыграли решительные действия российского государства по возвращению Крыма в состав России. Позиция политического руководства России, отстаивание нового геополитического статуса страны существенно повысили легитимность российского государства, способствовали консолидации многонационального российского народа Северном Кавказе. Этот консолидирующий эффект внешних конфликтов хорошо известен в конфликтологии, однако он ограничен во времени. К 2017 г. консолидирующий потенциал «крымской весны» был полностью исчерпан.

Присоединение России к военным действиям на Ближнем Востоке, успешные операции против террористов, демонстрация в действии новейших образцов вооружения показали, что российское государство восстановило свой силовой потенциал, и это также способствует укреплению государственности на Юге.

Однако при создании Северо-Кавказского федерального округа ставилась задача изменить экономические основы жизни. Положительная динамика в этом направлении имеется, хотя говорить о реиндустриализации региона или модернизации его экономики не приходится. Причина этого, как и многих других негативных тенденциях, кроется в проблемах всей страны. Модернизация Северного Кавказа не могла начаться уже в силу того, что она не началась в масштабах всей страны. Низкий уровень промышленного производства в регионе, сложившийся в результате масштабной деиндустриализации и демодернизации 1990-х гг., сохраняется, но регион не является лидером по кризисным процессам. Более того, Республика Дагестан показала в 2016 г. динамику промышленного развития, позволившую занять вторую строчку в стране по этому показателю. Существенный рост зафиксирован в обрабатывающих производствах (+41,3 %), чему в немалой степени поспособствовала успешная работа таких машиностроительных предприятий, как Концерн КЭМЗ, КЗЛС, «Азимут», завод «Дагдизель». Значительный вклад в рост промышленного производства в республике также внесла положительная динамика в сфере производства и распределения электроэнергии, газа и воды (+11,9 %) [Аналитический бюллетень]. Важно также, что рост достигнут в «белых» секторах экономики. При оценке этих показателей приходится учитывать эффект «низкого старта», однако показатели по Дагестану свидетельствуют о значительных внутренних резервах в регионе. Стоит отметить, что ситуация в республиках Северного Кавказа не отличается существенно от других регионов страны. В масштабах страны по снижению индекса промышленного производства в 2017 г. лидируют Республики Коми и Марий-Эл.

То же можно сказать и о другой застарелой проблеме региона – безработице. Показатели безработицы в четырех территориях Северо-Кавказского федерального округа – Северной Осетии (2,7 %), Дагестане (2,1 %), Кабардино-Балкарии (1,8 %), в Карачаево-Черкесии (1,7 %), в Ставропольском крае (0,9 %) в конце 2016 г. находились в пределах общероссийских показателей (1,1 %). По-прежнему серьезная ситуация в Ингушетии – работу ищут 12 % экономически активного населения, в Чечне – 10,1 % [Занятость ...]. Однако и в этих республиках имеется позитивная динамика в сфере занятости. По мнению министра по делам Северного Кавказа Л. Кузнецова, за период существования СКФО «последовательная государственная политика на Северном Кавказе на сегодняшний день позволила снизить уровень безработицы более чем в три раза» [Количество безработных ...]. В целом ситуация в экономической сфере Северного Кавказа не отличается существенно от многих других регионов страны, хотя заметно хуже, чем в соседних Краснодарском крае и Ростовской области.

Первый этап «большого электорального цикла» 2016–2018 гг. прошел без заметного привлечения этнической и конфессиональной составляющих в предвыборную борьбу. Люди на Юге России, обеспокоенные падением уровня жизни, заняты поиском улучшения благосостояния. В таком контексте проблемы межэтнических и межконфессиональных отношений отодвигаются на задний план, отношения приобретают более практическую направленность. Динамика экономических и социально-политических процессов на Юге позволяет констатировать о переходе региона к 2017 г. на умеренный конфликтологический сценарий. Поддержание процессов в рамках этого сценария потребует немалых управленческих усилий, тем более что сами процессы претерпевают изменения, и далеко не всегда в лучшую сторону.

Так, в иную плоскость перешло влияние экономических проблем на стабильность ситуации. Главным конфликтогенным фактором становится земля. Эта проблема имеет выраженную этническую «окраску». Наиболее

остро земельный вопрос стоит в Дагестане, где летом 2017 г. он привел к проведению Всероссийского съезда ногайского народа в связи с конфликтом с властями Дагестана по поводу землепользования. Хотя сам конфликт касался только Дагестана, в работе съезда приняли участие ногайцы из Ставрополя, Чеченской Республики, Карачаево-Черкесии, Астраханской области, Москвы, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов. Резолюция съезда принята не только от имени ногайцев Дагестана, но и этих территорий [Кавполит, 14.06.2017]. Происходит политизация ногайского движения, вновь поднимается вопрос о создании единого национально-территориального образования. Один из организаторов съезда И. Черкесов сказал в интервью, что «вопрос о создании [автономии] обсуждался на каждом съезде ногайцев, поскольку это для нас мечта, ногайцы мечтают о своем субъекте в составе России не одно десятилетие. Особо остро встала такая необходимость после 1957-го, когда Ногайская степь, многовековой ареал обитания ногайцев на Кавказе, был разделен и распределен между тремя субъектами: Ставропольским краем, ЧИАССР, ДАССР. С тех пор ногайцы оказались в меньшинстве во всех трех субъектах. Объединение ногайцев в один субъект в составе России могло бы решить многие проблемы ногайцев» [OnKavkaz, 22.06.2017].

Вторая проблема, не имеющая предпосылок к урегулированию, – конфессиональная. Механизмы работы с религиозными организациями и религиозными деятелями не отработаны, отсутствуют концептуальные документы, определяющие государственно-конфессиональные отношения. Как показал опыт, наличие программ (стратегий, концепций) государственной политики в сфере межэтнических отношений способствовали формированию вполне адекватной региональной политики в этой сфере и в конечном итоге стабилизации этносоциальных и этнополитических процессов. Подобных документов крайне не хватает для работы в сфере государственно-конфессиональных отношений.

В ранее сделанных прогнозах мы отмечали, что один из ключевых этапов в прогнозировании регионально-конфликтного процесса является 2018-й год. После выборов президента страны и проведения чемпионата мира по футболу политическое руководство страны будет вынуждено обратиться к решению как застарелых внутренних проблем, так укреплению внешнеполитических позиций России, в частности, в контексте украинского кризиса. Известно, что при проведении экономических преобразований приходится прибегать к непопулярным мерам, что может привести к росту напряженности. Ресурсы общественного консенсуса на период после 2018 г. практически исчерпаны, и ситуация на Юге России в целом и на Северном Кавказе в частности очень чувствительна к позициям государства.

Статья подготовлена в рамках государственного задания по проведению фундаментальных научных исследований по проекту «Конфликтологические прогнозы и сценарии Юга России» (№ 0260-2014-0005).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

«Ногайскую степь разделили между Ставрополем, Чечней и Дагестаном». Почему ногайцы не видят своего будущего в составе Дагестана? // OnKavkaz. Информационно-аналитический портал. 22.06.2017. URL: <https://onkavkaz.com/articles/4024-nogaiskuyu-step-razdelili-mezhdu-stavropolem-chechnei-i-dagestanom-pochemu-nogaicy-ne-vidjat-sv.html> (дата обращения: 27.06.2017).

Авксентьев В.А. Затяжной региональный кризис на Северном Кавказе: есть ли свет в конце туннеля // Юг России в условиях революционных потрясений, вооруженных конфликтов и социально-политических кризисов, 1917–2017 гг.: мат-лы Всерос. научн. конф. (Ростов-на-Дону, 5–6 октября 2017 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017.

Авксентьев В.А., Васильченко В.А., Маслова Т.Ф., Лепилкина О.И. Этнополитические основания системного менеджмента на Северном Кавказе. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014.

Аналитический бюллетень «Социально-экономическое положение регионов РФ. Итоги 2016 года». URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/regpol_01_2017.pdf (дата обращения: 08.06.2017).

В ходе съезда ногайского народа принята резолюция // Кавполит. 14.06.2017. URL: http://kavpolit.com/articles/v_hode_sezda_nogajskogo_naroda_prinjata_rezoljutsi-34299 (дата обращения: 17.06.2017).

Занятость и безработица в Российской Федерации в сентябре 2016 года (по итогам обследования рабочей силы) // Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/bgd/free/b04_03/lssWWW.exe/Stg/d01/216.htm (дата обращения: 07.06.2016).

Количество безработных на Северном Кавказе в 2016 г. снизилось более чем на 20 тыс. человек // Министерство Российской Федерации по делам Северного Кавказа. Официальный сайт. URL: <http://www.minkavkaz.gov.ru/press-center/announcements/4102> (дата обращения: 12.12.2016).

Матишов Г.Г., Авксентьев В.А., Агларов М.А. и др. Проблемы социально-экономического и этнополитического развития южного макрорегиона. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012.

МИНСКИЙ ТУПИК: ИТОГИ ПРОТИВОСТОЯНИЯ И ВАРИАНТЫ ВЫХОДА ИЗ КРИЗИСА НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

В.И. Афанасенко

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН,
г. Ростов-на-Дону

Противостояние в Киеве 22 февраля 2014 г. привело к силовой смене власти на Украине, фактически к государственному перевороту. На Юго-Востоке Украины насильственный захват власти оппозицией, ее взаимодействие с радикальными организациями украинских националистов, отказ новой власти в Киеве учитывать интересы Юго-востока Украины вызвали недовольство и массовые акции протеста населения. В Харькове, Луганске, Донецке противники новых киевских властей использовали тактику, внешне схожую с действиями активистов Евромайдына в январе – феврале 2014 г.: захват административных зданий, поднятие над ними российских флагов и флагов местных республик [Матишов, 2014, с. 260]. 7 апреля 2014 г., после провозглашения пророссийскими активистами Донецкой и Харьковской народных республик и заявлений о намерении провести референдум по крымскому образцу, и. о. президента Украины А. Турчинов в телевизионном обращении к народу заявил, что в отношении «сепаратистов», занявших с оружием в руках административные учреждения в Луганске, Донецке и Харькове, власти страны будут проводить «антитеррористические мероприятия» и объявил протестный бунт на Юго-Востоке проявлением сепаратизма «под прикрытием российской армии» и прямой угрозой существованию украинского государства. 12 апреля 2014 г. вооруженная группа российских активистов во главе с И.В. Гиркиным (Игорем Стрелковым) заняла город Славянск, который превратился в центр вооруженного противостояния ополченцев и правительственных войск Украины. 13 апреля в городах Енакиево, Макеевка и Мариуполь жители, при поддержке местных ополченцев и пассивности милиции, заняли здания городских администраций и подняли флаги Донецкой народной республики. 14 апреля под контроль сил ДНР перешли Горловка, Харцызск, Ждановка и Кировское.

Апрельское восстание на Донбассе получили определение «русская весна». 28 апреля в Луганске было объявлено о создании Луганской народной республики. Для закрепления своего юридического статуса самопровозглашенные республики провели референдумы на подконтрольных им территориях в Донецкой и Луганской областях. Оба референдума прошли 11 мая и, по заявлениям их организаторов, имели соответственно явку 76 и 75 % и количество проголосовавших «за» 89 и 96 %. После референдума политики США и ЕС поняли, что Восток Украины пошел по пути Крыма. Западные СМИ резко усилили антироссийскую риторику и отказались от беспристрастного освещения событий [Матишов, 2014, с. 272].

Войсковая группировка Украины в зоне антитеррористической операции (АТО) в период с апреля 2014 г. по октябрь 2017 г. включала соединения, части и подразделения: ВСУ и территориальной обороны, МВД (включая Национальную гвардию), Государственной пограничной службы, Службы безопасности Украины (СБУ) и Управления государственной охраны Украины. Общая численность группировки составила от 52 000 до 82 000 военнослужащих, свыше 600 единиц бронетехники, 270 артсистем и РСЗО, до 25 боевых самолетов и вертолетов [Петелин, Раскин, 2014]. В целях контроля над прилегающими к зоне боевых действий районами Донецкой, Запорожской, Днепропетровской и Харьковской областей, туда были введены батальоны силовых структур – общей численностью до 8 000 военнослужащих. Также были задействованы националистические вооруженные формирования, такие как Добровольческий украинский корпус (ДУК), состоящий из активистов «Правого сектора» во главе с Д. Ярошем.

В конфликте участвуют сотни наемников из США и стран Евросоюза и Ближнего Востока. 31 января 2015 г. министр обороны Украины С. Полторак подтвердил, что на стороне ВСУ в боевых действиях участвуют добровольческие подразделения, сформированные из иностранцев: израильский добровольческий батальон «Матилан», батальоны имени Джохара Дудаева и имени шейха Мансура, состоящие из чеченских эмигрантов; белорусский добровольческий отряд «Погоня»; Грузинский национальный легион, возглавляемый Мамукой Мамулашвили. Поддержку ополчению ДНР и ЛНР оказывают добровольцы, прибывшие из России, в том числе казаки, выходцы с Северного Кавказа. На стороне ополчения в конфликте также принимают участие граждане Испании, Франции, Германии, Польши, Чехии, Болгарии, Латвии, Израиля, Сербии и США. Из групп иностранных добровольцев были сформированы отдельные подразделения. Так, граждане Сербии объединены в отдельный отряд имени Йована Шевича, а осетины из Северной и Южной Осетии – в отряд «Юг» в составе бригады «Восток». Иностранные партнеры Киева передали ВСУ помощь военным оборудованием, снаряжением и предметами снабжения на сотни миллионов долларов США. К лету 2015 г. силы ополчения насчитывали около 35–40 000 человек и располагали

значительным количеством тяжелого вооружения. 29 февраля 2016 г. МИД Украины сделал официальное заявление о численности «незаконных вооруженных формирований». По мнению главы МИД Украины П. Климкина, на Донбассе действует сорокатысячная армия, на вооружении у которой имеются около 470 танков, 870 бронетранспортеров, 450 артиллерийских систем (в том числе самоходная артиллерия и минометы калибром 82 и 120 миллиметров) и 190 РСЗО типа БМ-21 «Град», «Торнадо» и ТОС-1 «Буратино», а также средства шифрованной связи и наблюдения, зенитно-ракетные комплексы «Бук», «Стрела», «Панцирь», реактивные снаряды с кассетной головной частью (9М55К), противопехотные мины [Заява Міністерства ... 2016].

В настоящее время вооруженные силы ДНР организационно оформлены в 1-й армейский корпус народной милиции Министерства обороны, в составе: 1-й Славянской, 3-й «Беркут», 5-й «Оплот», 7-й Чистяковской отдельных мотострелковых бригад, Отдельной бригады спецназа «Восток», 26-й артиллерийской бригады «Кальмиус», 100-й отдельной бригады Республиканской гвардии, 9-го Мариупольско-Хинганского отдельного полка морской пехоты, Отдельного гвардейского штурмового батальона «Сомали», Отдельного разведывательного батальона морской пехоты «Спарта», Отдельного комендантского полка Корпуса народной милиции МО ДНР. В Луганской народной республике формирования ополчения составляют 2-й армейский корпус народной милиции. Это 2-я и 4-я отдельные мотострелковые бригады, отдельная ракетно-артиллерийская бригада «Одесса», 6-й отдельный мотострелковый казачий полк им. Матвея Платова (Казачьей национальной гвардии Всевеликого Войска Донского), Отдельный комендантский полк, 4-й отдельный механизированный батальон «Август», отдельный разведывательный батальон, 13, 15, 16, 17, 18 и 19-й батальоны территориальной обороны и отдельный батальон материального обеспечения. В процессе реорганизации многие интернациональные добровольческие отряды, такие как «Русская православная армия», «Суть времени», «Пятнашка» и другие, вошли в состав 1-го и 2-го армейских корпусов. Из чеченцев, ветеранов российских силовых структур, сформирован батальон «Смерть», насчитывающий около 300 бойцов. Батальон организационно входит в состав бригады «Оплот», занимается разведкой и подчиняется непосредственно А.В. Захарченко.

Украина, США, НАТО и Европейский союз обвиняют Российскую Федерацию во вмешательстве в вооруженный конфликт на Донбассе, в использовании регулярных войск в боевых действиях на стороне ополчения, поставках тяжелого оружия и в финансовой поддержке. Российское руководство последовательно отвергает эти обвинения, заявляя, что Россия не является стороной противостояния.

В июне – сентябре 2014 г. велись активные боевые действия между отрядами ополчения и силами АТО. В середине августа в боевых действиях наступил перелом. 24 августа ополченцы предприняли контрнаступление на юге Донбасса, отбили Саур-Могилу и вышли к Азовскому морю [Медведев 2014, с. 83–95]. 28 августа вооруженные формирования ДНР взяли под контроль Новоазовск, а также ряд населенных пунктов Новоазовского, Старобешевского, Амвросиевского районов, вышли к Мариуполю [Матишов, 2014, с. 338]. 1 сентября ополченцы вернули под свой контроль Луганский аэропорт, который в течение 3 месяцев удерживали ВСУ. 5 сентября 2014 г. в Минске, после сложных переговоров, было достигнуто соглашение о прекращении огня, известное как «Минск-1». 16 сентября Верховная Рада на основании Минских соглашений приняла закон «Об особом порядке самоуправления отдельных районов Донбасса». «Закон об особом статусе» предусматривает особый порядок управления на 3 года, содействие использованию русского языка, восстановление промышленных объектов и инфраструктуры, трансграничное сотрудничество в указанных районах с РФ, создание народной милиции из местных жителей. Практической реализации «Закон об особом статусе» не получил. Достигнутое соглашение ежедневно нарушалось обеими сторонами конфликта, и в середине января 2015 г. возобновились полномасштабные боевые действия. С новой силой возобновились бои в аэропорту, завершившиеся переходом территории международного аэропорта имени С. Прокофьева под контроль вооруженных формирований ДНР [Медведев, 2016, с. 201–211]. Наиболее активные боевые действия развернулись в районе узловой станции Дебальцево, где ополченцы окружили крупную группировку ВСУ. К 18 февраля Дебальцево полностью перешло под контроль армии ДНР и ЛНР. Поражение украинских военных подтолкнуло противостоящие стороны ко второму раунду переговоров в Минске [Матишов, 2015, с. 133]. Сложные переговоры закончились подписанием очередных соглашений, известных как «Минск-2», по которым Киев согласился признать «сепаратистов» в случае их победы на местных выборах, а «сепаратисты» обещали вернуть Киеву контроль над границей с Россией и разоружить свои части, преобразовав их в милицию. В октябре 2017 г. «Закон об особом статусе» был продлен. После заключения соглашения Минск-2 стороны конфликта не рисковали пересекать границы, определенные соглашением, и развернули тактические локальные бои в нейтральной зоне с неопределенным статусом (Марьинка, Широкино, промзона у Авдеевки), стремясь усилить огневой контроль над рокадами. Летом 2016 г. и весной 2017 г. наблюдался рост активности взаимных обстрелов и локальных боев в районе «Солнцедарской дуги» и в полосе Марьинка – Авдеевка – Пески [Матишов, 2016, с. 255].

За весь период конфликта, с 14 апреля 2014 г. по 15 августа 2017 г., миссией ООН было задокументировано 34 766 пострадавших, включая украинских военнослужащих, гражданских лиц и членов вооруженных групп. Эта

цифра включает 10 225 убитых и 24 541 раненого [19-й доклад ООН ... 2017]. Нет объективных данных по боевым потерям ВСУ в зоне АТО и сил ополчения. В отчете о результатах работы миссии ООН на Украине говорится: «Мониторинговая миссия ООН по правам человека в Украине и ВОЗ считают, что данные о количестве погибших украинских военных, гражданских и членов вооруженных группировок занижались на протяжении всего периода проведения антитеррористической операции». Настоящее число жертв может вдвое превышать официально озвученную цифру» [Потери ВСУ ... 2016]. Операция ВСУ и нацбатальонов с целью подавить сопротивление пророссийски настроенного населения на Юго-Востоке Украины провалилась. Боевые действия сторон свелись к систематическим взаимным обстрелам. Эта ситуация сохраняется до настоящего времени. Выходов два: под нажимом США попытка Киева силовой зачистки «сепаратистов» и восстановления контроля госпогранслужбы Украины на всей российско-украинской границе или же ввод международных миротворческих сил (голубых касок ООН) для разъединения противоборствующих сторон и поэтапного мирного урегулирования. На мой взгляд, наиболее вероятен первый вариант, отвечающий глобальным интересам Запада в его противостоянии с Россией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

19-й доклад ООН: 161 жертва конфликта в Донбассе – «хорошая новость» для ооновцев // URL:<https://www.fondsk.ru/news/2017/09/15/19-j-doklad-oon-161-zhertva-konflikta-v-donbasse-horoshaja-novost-dlja-oonovcev-44658.html> (дата обращения: 11.10.2017).

Заява Міністерства закордонних справ України щодо виконання Мінських домовленостей // URL: <http://mfa.gov.ua/ua/press-center/comments/5163-statement-of-the-ministry-of-foreign-affairs-of-ukraine-on-implementation-of-the-minsk-agreements> (дата обращения: 23.09.2016).

Матишов Г.Г. Исторические и геополитические угрозы национальной безопасности. Азово-Причерноморье и Прикаспий в XXI веке. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2015.

Матишов Г.Г. Опасные тенденции и риски на южном фланге России. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016.

Матишов Г.Г. Украина: геостратегический разворот (уроки истории – от Эльбы 1945 г. до Миус-фронта 2014 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014.

Медведев М.В. Саур-Могила: место исторической памяти в эпицентре трагических событий (июнь – август 2014 г.) // Украинский кризис: предпосылки, формы и проявления: материалы круглого стола (1 октября 2014 г., Ростов-на-Дону). Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2014. С. 83–95.

Медведев М.В. Сражение за Донецкий аэропорт в ходе военного конфликта на Донбассе // Украинский кризис: вызовы и угрозы национальным интересам Российской Федерации (11 мая 2016 г., Ростов-на-Дону). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. С. 201–211.

Петелин Г., Раскин А. Один день войны на юго-востоке Украины стоит 3 млн долларов. // Известия. 30.05.2014.

Потери ВСУ: «специфика» киевского счета // URL: <http://www.ritmeurasia.org/news--2016-01-18--poteri-vsu-specifika-kievskogo-scheta-21417> (дата обращения: 26.09.2016).

ДОНСКИЕ КАЗАКИ – ЮЖНЫЙ БАСТИОН РОССИИ

А.В. Венков

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

Исследование Юга России немислимо без изучения истории, культуры и современного положения казачества – авангарда российского государства в регионе.

Изучение истории, культуры и современного положения казачества развивается по следующим направлениям.

Во-первых, изучается участие казаков в освоении края и охране южных границ России. Исследуется исторический опыт этого процесса [Казачий Дон, 2010; Венков, 2016а, 2017]. В частности, в настоящий момент исследуется участие донских казаков в войнах Петра Первого за выход к Чёрному и Азовскому морям.

Во-вторых, исследуется формирование на Дону особого сообщества с особой экономикой, особой культурой и особым стереотипом поведения. Силами лаборатории была организована научная конференция «Юг России: реформы, революции, поиски гражданского мира (памяти П.А. Столыпина)» [Юг ... 2011]. В основу дальнейших исследований здесь лег фундаментальный труд Г.Г. Матишова «Социально-исторический портрет дельты Дона: казачий хутор Донской» [Матишов и др., 2012]. Были исследованы особенности воспитания воинов в казачьей среде [Рыблова, 2016]. Промежуточные итоги по теме были подведены в сборнике «Очерки истории и культуры казачества Юга России» [Очерки ... 2014] и в Этнографической энциклопедии Волгоградской области [Этнографическая энциклопедия ... 2017].

В-третьих, особым направлением исследования стали роль русской православной церкви в формировании особого сообщества и распространении «российскости» на Дону. Созданы справочники по донским храмам и их причту [Шадрина, 2014а, 2014б] и изданы монография [Шадрина, 2014] и сборник документов [Шадрина, Табунщикова, 2015].

В-четвертых, исследователи не могли обойти вниманием участие казаков в войнах России. При участии лаборатории изданы 2 сборника документов – об участии казаков в наполеоновских войнах и об участии их в Первой мировой войне [Донское казачество ... 2012; Донское казачество ... 2015]. Изданы или переизданы 3 монографии об участии казаков в войнах XIX – начала XX вв. [Венков, 2013, 2014а, 2014б] и ряд статей об участии казаков в Первой мировой войне [Венков 2014в, 2015б, 2016]. Определено, что казаки при высокой боевой эффективности отличались большой «самосохранностью». Процент их боевых потерь минимален.

Важнейшей (в-пятых) считается проблема участия казаков в российской революции 1917 года и в гражданской войне. В основу исследований была положена работа Г.Г. Матишова «Донские казаки: от опоры самодержавия до жертв большевизма (XVIII–XX вв.). Заметки на полях истории» [Матишов, 2013]. Как приложение к ней была начата публикация поименного списка офицеров и полных георгиевских кавалеров Донской армии. Изданы 3 тома в 4-х книгах [Венков, 2014]. Опубликованы 4 монографии об участии казаков в гражданской войне и о гражданской войне на Украине [Венков, 2014г, 2015, 2015а, 2016].

Целый ряд работ был посвящен казачьей государственности [Венков, 2012, 2017а]. Исследованы особенности латентного расказачивания после гражданской войны [Венков, 2016б, 2016в, 2017б].

Силами лаборатории была организована всероссийская научная конференция «Казачество России в бунтах, смутах и революциях (к столетию событий 1917 года)» [Казачество ... 2017].

В-шестых, исследованы попытки возрождения казачества и современное положение потомков казаков [Венков, 2010; Матишов и др., 2012]. В ходе исследования выяснилось, что казаки до сих пор сохраняют высокую «самосохранность». Так, через Вёшенский (Шолоховский) районный военкомат прошли 403 человека, участвовавшие в боевых действиях в горячих точках, погибли из них 4 (1 %). Кроме того, они до сих пор отличаются от неказачьего населения способами ведения хозяйства. В казачьих районах Ростовской области фермеров в 4 раза меньше, чем в неказачьих районах [Современное донское казачество ... 2011].

Определены темы, нуждающиеся в дальнейшем исследовании, это взаимоотношения донских и запорожских казаков, их путь от военного союза к военному противостоянию. Что касается наименее изученных вопросов истории революции, гражданской войны и участия в них казачества, то таковым до настоящего времени является вопрос организации красных казаков, их конкретной численности на разных этапах революции и гражданской войны и особенностей их борьбы за власть Советов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Венков А.В. «Дело Сенина» или операция «Трест» на Верхнем Дону. М.: АИРО – XXI, 2016б. 196 с.
- Венков А.В. 12-й Донской казачий генерал-фельдмаршала князя Потемкина-Таврического полк в годы Первой мировой войны. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН. 2014б. 136 с.
- Венков А.В. Азовское сидение. М.: Вече, 2017. 336 с.
- Венков А.В. Антироссийское и антисоветское движение на Украине в годы Гражданской войны. Часть 1. 1917–1918 годы. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2015. 238 с.
- Венков А.В. Атаман Войска Донского Платов. М.: Вече, 2014а. 480 с.
- Венков А.В. Верхне-Донское восстание и его руководители // Военно-исторический журнал. 2012. № 2. С. 47–51.
- Венков А.В. Вёшенское восстание. М.: Вече, 2016. 352 с.
- Венков А.В. Внесудебная расправа над казаками Еланской станицы в 1929–1930 гг. (исследование одного архивного дела) // Русская старина. 2016в. Т. 19. Вып. 3. С. 182–199.
- Венков А.В. Гроза Кавказа. Жизнь и подвиги генерала Бакланова. М.: Вече, 2016а. 432 с.
- Венков А.В. Донская армия в борьбе с большевиками в 1919–1920 гг. М.: АИРО – XXI, 2014 г. 438 с.

- Венков А.В. Донская армия. Организационная структура и командный состав 1917–1920 гг. Т. 1–3. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014–2017.
- Венков А.В. Донские казаки в 1916 г. во время Брусиловского прорыва // Наука Юга России (Вестник Южного научного центра). 2016 г. Т. 12. № 4. С. 78–88.
- Венков А.В. Донские казаки в кампании 1915 года // Исторический вестник. Первая мировая война. 1915 год. Том четырнадцатый (161). М., 2015б. С. 80–99.
- Венков А.В. Донские казаки и начало Первой мировой войны // Исторический вестник. Первая мировая война. 1914 год. Том восьмой (155). М., 2014в. С. 84–100.
- Венков А.В. Казаки против Наполеона: От Дона до Парижа. М.: Вече, 2013. 384 с.
- Венков А.В. Казачья государственность на Дону в 1917 году // Международная комиссия по истории Российской революции. 1917 год в Евразии: Сборник статей и материалов. М., 2017а. 600 с. С. 285–304.
- Венков А.В. Кубанский казачий сепаратизм в годы Гражданской войны на Юге России. Lambert Academic Publishing. Saarbrücken, 2015а. 406 с.
- Венков А.В. Потомственные казаки и современное казачье движение на Юге России // Юг России: проблемы, прогнозы, решения. Сборник научных статей. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. 319 с.
- Венков А.В. Союз троцкистов и белых казаков, или разгром партийно-советской верхушки в Азово-Чёрноморском крае в 1937 г. // Наука Юга России. 2017б. Т. 13. № 2. С. 79–90.
- Донское казачество в Отечественной войне 1812 г. и заграничных походах русской армии 1813–1814 гг. Сборник документов. Ростов н/Д, 2012. 736 с.
- Донское казачество, Донская земля в Первой мировой войне. Сборник документов. Ростов н/Д: Альтаир, 2015. 560 с.
- Казачество России в бунтах, смутах и революциях (к столетию событий 1917 года): мат-лы Всерос. научн. конф. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. 384 с.
- Казачий Дон. Пять веков воинской славы. История и современность. М., 2010. 448 с.
- Матишов Г.Г. Донские казаки: от опоры самодержавия до жертв большевизма (XVIII–XX вв.). Заметки на полях истории. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ, 2013. 272 с.
- Матишов Г.Г., Авксентьев В.А., Венков А.В. Проблемы социально-экономического и этнополитического развития южного макрорегиона. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. 252 с.
- Матишов Г.Г., Власкина Т.Ю., Венков А.В., Власкина Н.А. Социально-исторический портрет дельты Дона: казачий хутор Донской. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. 217 с.
- Очерки истории и культуры казачества Юга России. Волгоград, 2014. 624 с.
- Рыблова М.А. Стань воином. Волгоград; Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. 280 с.
- Современное донское казачество на территории Ростовской области (исследования казачьей лаборатории ЮНЦ РАН в 2010–2011 гг. Ростов н/Д, 2011. 404 с.
- Табунщикова Л.В., Шадрин А.В. Церковные расколы в Донской области. 1920–1930-е годы. Сб. документов и материалов / отв. ред. А.В. Венков; научн. ред. Н.В. Киселева. Ростов н/Д: Антей, 2015. 640 с.
- Шадрин А.В. Особенности формирования клира Ростовской и Таганрогской (Новочеркасской) епархии в 1940–1950-х гг. // Научная мысль Кавказа. Научный и общественно-теоретический журнал. 2016. № 1 (85). С. 98–103.
- Шадрин А.В. Приходское духовенство Донской и Новочеркасской епархии второй половины XIX века. Ростов н/Д: Антей, 2014. 364 с.
- Шадрин А.В. Храмы Азовского района Ростовской области. Справочник. Ростов н/Д: Антей, 2014б. 208 с.
- Шадрин А.В. Храмы Донской епархии к. XVII века – 1920 г. Справочник. Ростов н/Д: Антей, 2014а. 404 с.
- Этнографическая энциклопедия Волгоградской области. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2017. 544 с.
- Юг России: реформы, революции, поиски гражданского мира (памяти П.А. Столыпина). Материалы региональной научной конференции. (1–2 июня 2011, Ростов-на-Дону). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 260 с.

ЗАРУБЕЖНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ О РОЛИ СООБЩЕСТВ В ПРОТИВОДЕЙСТВИИ ЭКСТРЕМИСТСКОЙ ИДЕОЛОГИИ И ТЕРРОРИЗМУ

Л.Б. Внукова

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН,
г. Ростов-на-Дону
vnukoval@yandex.ru

Тема противодействия экстремизму и радикализации не теряет своей актуальности, а наоборот, становится все более востребованной. Согласно Global Terrorism Database [<http://www.start.umd.edu/gtd>] с 2005 по 2015 г. во всем мире почти в 5,5 раза увеличилось число атак на мирных граждан. В зарубежной науке уже более десяти лет исследуются возможности гражданского общества и в частности сообществ в противодействии экстремизму и терроризму, достижения которых широко используются на практике во всем мире.

В статье «Участие сообщества в борьбе с терроризмом: уроки из Соединенного Королевства» рассматривается стратегия и тактика партнерства государства и сообщества. Тезисы, предложенные Р. Бриггс в 2010 г., оправдали себя и актуальны в настоящее время: «участие сообщества играет центральную роль в эффективном реагировании на международный терроризм и заработало свое место в стратегиях борьбы с терроризмом в обозримом будущем» [Briggs, 2010]. Построение и укрепление партнерства должны сопровождаться структурными изменениями: новые системы принятия решений и распределения средств, прозрачность информации о финансовых потоках, требования к открытости отчетности бюрократических структур, а также совместная с гражданским обществом ответственность за предоставление финансирования проектам антиэкстремистской направленности и оценка эффективности результатов их работы. Сообщества – это долгосрочное решение проблемы терроризма, но они должны «врасти в эту роль органически и таким образом, чтобы не спровоцировать разногласия и напряженность в других вопросах» [Briggs, 2010, p. 980].

Практические результаты воплощения подобных идей изложены в статье Х. Стюарт «Общинная политика и предотвращение экстремизма: уроки полиции Брэдфорда» [Stuart, 2015]. Последняя руководствуется взаимным доверием и конфиденциальностью в построении устойчивых отношений с общинами. Стратегия противодействия идеологическому вызову экстремизма – «это поддержка критического мышления и авторитетных мнений, которые строят устойчивость против экстремизма, помогают изолировать экстремизм и продвигают диалог вокруг таких противоречивых проблем как присоединение к ИГ [признана в России террористической организацией, деятельность запрещена судом. – *Прим. авт.*]. Х. Стюарт считает более эффективным инструментом успешные формы общинной политики и повышения качества жизни, нежели силовой ответ на вызовы радикализации. Необходимо уделять внимание выстраиванию прозрачных механизмов благотворительности в рамках мусульманской общины, что будет способствовать увеличению безопасности и поможет исключить финансирование криминальных структур или терроризма. Это важно ввиду предписаний Ислама касательно благотворительности и пожертвований. Успешная работа по противодействию включает направления в сфере образования, интернет-безопасность и идеологическое противодействие «уходу». Одним из самых больших вызовов автором называется соотношение свободы слова и пропаганды экстремизма, особенно в публичных ситуациях в рамках университетских дискуссий или во время политических протестов [Stuart, 2015].

В русле тематики взаимодействия сообществ и органов правопорядка написана недавно опубликованная статья «Полиция и общественное сотрудничество в борьбе с терроризмом: свидетельства из Австралии». На основе данных крупного количественного исследования, проведенного Университетом Квинсленда и Университетом Гриффита в Австралии, анализируются отношения полиции и сообществ через количественные оценки настроений мусульман, т.е. как испытываемое мусульманами чувство несправедливого обращения взаимосвязано с их готовностью участвовать в борьбе с терроризмом. Чирни и Марфи приводят практический опыт полиции по преодолению этой проблемы и обсуждают вмешательство и границы успешного участия [Cherney, Murphy, 2016].

Привлечение гражданского общества к борьбе с терроризмом на государственном уровне существует, например в Нигерии. Опыт этой страны по противодействию терроризму полезен, т.к. масштабы и последствия этого явления огромны. В 2012 г. с целью дополнить военный подход правительство Нигерии приняло комплексную программу противодействия терроризму, вовлекавшую правительственные структуры, гражданское общество и религиозные институты. Эта программа была направлена на четыре основные задачи: «вовлечь людей, которые уже радикализированы, не дать другим радикализироваться, противостоять экстремистским нарративам и обе-

спечить психологическую поддержку травмированных жертв террора» [Akilu, 2016], которым соответствовали подпрограммы: «Коридор национальной безопасности», «Женщины и дети в битве», «Стратегические коммуникации», «Противодействие радикализации». Последняя подпрограмма фокусируется на проектах, связанных с сообществами и образованием. Проект «Общество против насильственного экстремизма» (The Society Against Violent Extremism – SAVE) был создан, чтобы остановить поток новобранцев и уменьшить потенциал радикализации. Проект SAVE был направлен на борьбу с драйверами радикализации, противодействие насильственному экстремизму в общинах, гражданском обществе и государственных учреждениях, содействие внутри- и межрелигиозной толерантности. Использование образования как инструмента противодействия насильственному экстремизму предполагало работу в школах и стимулирование критического мышления в целом. На наш взгляд, предлагаемый Ф. Акилу вывод носит универсальный характер: «Военный подход может быть только частью решения. Что еще более важно, государства должны начинать с понимания причин аномии молодежи, разочарования, потребности приключений и поиска смысла, лежащего в основе многих описаний радикализации, а также решения структурных социальных неполадок, которые затрудняют доступ молодежи к рабочим местам, образованию или социальному обеспечению. Хотя нет определенного пути к терроризму, нищета, отсутствие возможностей для самореализации молодежи, политическая и социальная маргинализация, недостаточное понимание религии и притяжение харизматического лидера – все играет определенную роль» [Akilu, 2016].

Исследователь А. Хак подробно разбирает три способа, благодаря которым гражданское общество может вносить вклад в противодействие терроризму. Сообщество может противодействовать терроризму посредством: идеологической конкуренции, этического закрепления и кооперативного сотрудничества [Hug, 2017]. Каждый способ изменяет издержки действий террористических групп. «Первые два связаны с повышением стоимости прозрачности терроризма на момент рекрутинга; последнее связано с повышением стоимости непрозрачности со временем» [Hug, 2017]. Во-первых, террористическая организация, стремящаяся к достижению определенных политических целей, должна конкурировать на идеологическом «рынке» политических и религиозных социальных движений. Чем больше конкуренция, тем сложнее террористической организации привлечь к себе последователей. Второй механизм основывается на этическом эффекте близкой связи и заключается в социальном давлении со стороны сети друзей, коллег и родственников, т.е. угрозе «остракизма», что мешает человеку даже рассмотреть возможность насильственных действий. Потенциал кооперативного сотрудничества заключается в том, что человек способен более эффективно, чем даже самые лучшие автоматизированные системы, понимать и интерпретировать неоднозначное поведение людей и происходящее в социуме. «В то время как идеологическая конкуренция и этическое закрепление поднимают затраты на вербовку террористических организаций за счет повышения цен на эффективную рекламу, этот третий вид социальных действий против борьбы с терроризмом ценен, поскольку он увеличивает стоимость непрозрачности в период, когда террористическая группа стремится защитить свою деятельность от общественности, и особенно от госструктур» [Hug, 2017].

В противодействии терроризму ключевая роль принадлежит семье и ближайшему окружению, что также подтверждает научное исследование Н. Кашехадзе, основанное на 175 интервью с проповедниками салафизма и их последователями в десяти странах (с 2012 по 2016 г.) [Käsehage, 2017]. 38 из опрошенных готовились отправиться в Сирию, чтобы присоединиться к группе джихадистов Джабхат ан-Нусра [признана в России террористической организацией, деятельность запрещена судом], и в сотрудничестве с родственниками интервьюируемых Н. Кашехадзе сумела предотвратить уход 35 из них. На основе полученных результатов автором были предложены типы воинствующих салафитов. Первый тип: «Всё или ничего» – собственная жизнь обесценивается, поглощаясь высшей идеей. Второй тип: «Влюбленная в джихадиста» – когда девушки попадают под психологическое влияние «воинов аллаха». Третий тип «негативное взаимодействие» включает тех, кто любит видеть и наслаждаться унижением и болью своих врагов. «Создание альтернативных жизненных путей и деконструкция джихадистского нарратива – главные задачи, стоящие перед гражданским обществом, которое поддерживает и борется за жизнь каждого члена, рискующего пуститься по пути джихада» [Käsehage, 2017].

В контексте идеологического противодействия экстремизму нельзя не отметить принципиальную роль СМИ и гражданских инициатив в сети Интернет. Институт стратегического диалога (The Institute for Strategic Dialogue) [<https://www.isdgglobal.org>] позиционирует себя как глобальную организацию по борьбе с ненавистью и экстремизмом. Работа Института осуществляется по нескольким направлениям: исследовательская, образовательная, консультационная и др. Отдельного внимания заслуживают совместные инициативы; так, в 2015 г. появляется «Сеть молодежного гражданского активизма» (The Youth Civil Activism Network – YouthCAN) [<http://youthcan.net>]. В рамках этого проекта проводилась работа по определению профиля потенциального экстремиста в Facebook, была подготовлена методичка и рекомендации по правильному взаимодействию с целью переубеждения. Или совместная инициатива «Экстрим-диалог» [<http://extremedialogue.org/about>], где на онлайн-платформе размещены обучающие материалы, направленные на борьбу с экстремистской пропагандой, и видеосюжеты об

«обычных» людях, столкнувшихся с подобными проблемами. Достижению цели способствуют психологические инструменты: жизненный рассказ, позиция на равных, доступность подачи. Приглашение к дискуссии и повышение критического мышления – это заявленные цели проекта, направленного на образовательные и др. сообщества Великобритании, Канады, Германии и Венгрии.

Подобных проектов существует огромное количество, можно посвятить отдельное исследование этому относительно новому инструменту. Например, инициатива UNITED [<http://www.unitedagainstracism.org>], направленная на стимулирование молодежной активности против дискриминации и распространяющая практический опыт мероприятий по борьбе с расизмом, фашизмом, национализмом, поддерживаемая структурами Европейского союза и Фондом «Открытое общество» и др. Научными исследованиями и практической деятельностью в данной сфере занимается Германский институт по радикализации и исследованиям дерадикализации [girds.org] или EXIT [<http://www.exit-deutschland.de/english>], которые могут предложить профессиональные услуги и консультирование.

Подводя итог, заметное место в зарубежных исследованиях занимает деятельность полиции по противодействию экстремизму и терроризму, стратегии выстраивания взаимоотношений с сообществами и создание позитивных механизмов взаимодействия для достижения этой цели. Укреплению безопасности будет способствовать уменьшение дискриминации мусульман в западном обществе. Семья и сообщества способны оказывать заметное влияние на идеологическое мировоззрение индивида, поэтому в этом ключе находятся возможности дерадикализации, реабилитации и возвращения к мирной жизни. Развитие СМИ и сетевого общества обязывает использовать информационные технологии в противодействии террористической идеологии и «деконструкции экстремистского нарратива».

Гражданские сообщества имеют огромный потенциал в противодействии терроризму и распространению экстремистской идеологии, поскольку экстремизм и терроризм – социальные феномены и все радикализующиеся индивидуумы так или иначе взаимодействуют с социумом. Главная задача – создать такие условия, при которых вся социальная среда отторгала бы экстремистские идеи и способствовала созидательным формам развития. Способы и возможные направления деятельности в современном информационном сетевом обществе настолько разнообразны и разноплановы, что не могут быть сводимы к одному какому-либо исчерпывающему описанию, однако обязательно должны подкрепляться позитивными «объективными» социально-экономическими процессами.

Статья подготовлена в рамках работы по государственному заданию ФАНО России по проведению фундаментальных научных исследований по теме «Конфликтологические прогнозы и сценарии Юга России» (№ 0260-2014-0005).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Akilu F. Nigeria's Response to Terrorism // Countering Daesh Propaganda: Action-Oriented Research for Practical Policy Outcomes. The Carter Center, Atlanta, 2016. P. 93–96. URL: https://www.cartercenter.org/resources/pdfs/peace/conflict_resolution/countering-isis/counteringdaeshpropaganda-feb2016.pdf (дата обращения: 20.07.2017).

Briggs R. Community engagement for counterterrorism: lessons from the United Kingdom // International Affairs. 2010. Vol. 86. No. 4. P. 971–981.

Cherney A., Murphy K. Police and Community Cooperation in Counter-Terrorism: Evidence and Insights from Australia // Studies in Conflict and Terrorism, October 2016. DOI: 10.1080/1057610x.2016.1253987

Huq A. The Case for Community-Led Counterterrorism. URL: <https://sustainablesecurity.org/2017/03/16/the-case-for-community-led-counterterrorism> (дата обращения: 20.07.2017).

Käsebage N. De-Radicalising Militant Salafists // Perspectives on Terrorism. 2017. Vol. 11, Issue 1. P. 77–79.

Stuart H. Community Policing and Preventing Extremism: Lessons from Bradford. Centre for the Response to Radicalisation and Terrorism Policy Paper N4. The Henry Jackson Society, 2015. URL: <http://henryjacksonsociety.org/wp-content/uploads/2015/02/Community-Policing-and-Preventing-Extremism.pdf> (дата обращения: 20.07.2017).

ВОЕННАЯ ИСТОРИЯ КАК РЕСУРС ВОСПИТАНИЯ ПАТРИОТОВ ОТЕЧЕСТВА

Ш.А. Гануров¹, А.М. Бугаев²

¹ Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН,
г. Грозный, Чеченская Республика

² Академия наук Чеченской Республики, г. Грозный, Чеченская Республика

«Патриотизм есть любовь ко благу и славе Отечества и желание способствовать им во всех отношениях», – говорил известный русский историограф Николай Михайлович Карамзин.

«Защита Отечества является долгом и обязанностью гражданина Российской Федерации» – гласит ст. 59, п. 1 Конституции Российской Федерации.

Принято считать, что патриотизм является неотъемлемой частью успешного государства. За последние десятилетия государство значительно активизировало работу по патриотическому воспитанию российских граждан. За период с 2001 по 2015 г. для решения этой стратегически важной задачи реализованы три государственные программы. Официальные инстанции исходят из того, что «патриотическое воспитание представляет собой систематическую и целенаправленную деятельность органов государственной власти, институтов гражданского общества и семьи по формированию у граждан высокого патриотического сознания, чувства верности своему Отечеству, готовности к выполнению гражданского долга и конституционных обязанностей по защите интересов Родины» [Постановление Правительства Российской Федерации ...].

30 декабря 2015 г. Правительство Российской Федерации утвердило Государственную программу «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2016–2020 годы». При этом отмечается, что документ подготовлен «...на основе накопленных за последние десятилетия знаний, опыта и традиций патриотического воспитания граждан с учетом важности обеспечения российской гражданской идентичности, непрерывности воспитательного процесса, направленного на формирование российского патриотического сознания в сложных условиях экономического и геополитического соперничества» [Постановление Правительства Российской Федерации ...].

С учетом этих ориентиров и доминирующих факторов Правительство РФ констатировало, что «целью государственной политики в сфере патриотического воспитания является создание условий для повышения гражданской ответственности за судьбу страны, повышения уровня консолидации общества для решения задач обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития Российской Федерации, укрепления чувства сопричастности граждан к великой истории и культуры России, обеспечения преемственности поколений россиян, воспитания гражданина, любящего свою Родину и семью, имеющего активную жизненную позицию» [Постановление Правительства Российской Федерации ...].

В соответствии с этой целевой установкой сформулированы конкретные задачи Программы. В частности, обращая внимание на необходимость совершенствования и развитие успешно зарекомендовавших себя форм и методов воспитания патриотов Отечества, Правительство конкретизировало меры, для этого необходимые. Их перечень широкий. Мы в данном случае акцентируем внимание лишь на тех пунктах, которые непосредственно связаны с актуализацией наших конкретных исследовательских задач:

- содействие укреплению и развитию общенационального сознания, высокой нравственности, гражданской солидарности россиян, воспитание у граждан чувства гордости за исторические и современные достижения страны, уважения к культуре, традициям и истории населяющих Россию народов, улучшение межэтнических и межконфессиональных отношений, воспитание граждан в духе уважения к Конституции Российской Федерации, законности, нормам социальной жизни, содействие созданию условий для реализации конституционных прав человека, его обязанностей, гражданского и воинского долга;
- активизация интереса к изучению истории России и формирование чувства уважения к прошлому нашей страны, ее героическим страницам, в том числе сохранение памяти о подвигах защитников Отечества;
- углубление знаний граждан о событиях, ставших основой государственных праздников и памятных дат России и ее регионов;
- развитие у подрастающего поколения чувства гордости, глубокого уважения и почитания к Государственному гербу Российской Федерации, Государственному флагу Российской Федерации, Государственному гимну Российской Федерации, а также к другим, в том числе историческим, символам и памятникам Отечества;

- повышение интереса граждан к военной истории Отечества и памятным датам;
- популяризация подвигов героев и видных деятелей российской истории и культуры от древних времен до наших дней, в том числе георгиевских кавалеров, Героев Советского Союза, Героев Российской Федерации, Героев Труда, граждан, награжденных за большие заслуги перед государством и обществом, достижений и успехов профессионалов в различных сферах деятельности, формирующих позитивный образ нашей страны [Постановление Правительства Российской Федерации ...].

Таким образом, государство вполне взвешенно и комплексно подходит к постановке задач патриотического воспитания. При этом следует добавить, что на их реализацию планируются немалые денежные ресурсы. Общая сумма финансирования Программы в 2016–2020 гг. запланирована в объеме 16,7 млрд рублей, в том числе за счет средств федерального бюджета более 15,7 млрд рублей [Постановление Правительства Российской Федерации ...].

Конкретизация задач, поставленных в правительственной программе, осуществлена в аналогичных документах правительств регионов Российской Федерации.

Вполне очевидно, что самое активное участие в реализации указанных программ призваны играть учебные заведения и научные учреждения.

Военная история, как отрасль знания и научно-исследовательской деятельности, достаточно широка и многогранна. Понятно, что в объеме небольшого доклада невозможно раскрыть обозначенную тему. Поэтому мы лишь в постановочном плане затронем лишь некоторые ее аспекты.

Совсем недавно в нашей стране отмечались юбилеи важнейших сражений в Великой Отечественной войне, в т.ч. и семидесятилетие обороны Кавказа. Бесмертный подвиг советского воина в этих битвах против фашистского агрессора привел нашу страну – многонациональный Советский Союз – к Великой Победе.

В связи с тем, что наша конференция посвящена юбилею Южного научного центра РАН, мы считаем своим долгом отметить ту большую работу, которую за последнее время коллектив ученых данного учреждения под руководством академика Г.Г. Матишова проводят по глубокому исследованию военной истории Юга России, особенно летописи Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. В 2012 г. Г.Г. Матишов, В.И. Афанасенко, Е.Ф. Кринко, Т.Г. Курбат в рамках проекта «Великая Отечественная война в исторической памяти юга России» Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы модернизации полиэтничного макрорегиона в условиях роста напряженности», рассчитанной на 2012–2014 гг., издали солидную монографию с лаконичным названием «Война. Юг. Перелом (лето 1942 – осень 1943 гг.) [Война. Юг. Перелом ... 2012]. Авторы своими размышлениями, причем отличающимися от ранее известных широкой читательской публике и академической аудитории, призывают исследователей событий Великой Отечественной войны, в частности периода обороны Кавказа, к масштабному осмыслению роли и значения этого сражения для последующего хода и исхода борьбы советского народа против фашистской Германии. Мы уже отмечали, что новая концепция, предложенная группой академика Г.Г. Матишова, «вполне заслуживает, во-первых, одобрения, во-вторых, дальнейшего аргументированного исследования. Она не должна оставаться заявленной, продекларированной. Действительно, героическая оборона Кавказа, все народы которого оказали посильную помощь Красной армии, явилась поворотным рубежом в окончательном развенчании мифа о непобедимости гитлеровской военной армады. Более того, именно на Кавказе, особенно казачества и горских народов» [Коренной перелом ... 2013, с. 368].

Вместе с тем новое исследование ростовских коллег, подготовленное не только с использованием широкого круга документальных источников, но и богатой коллекции полевого материала, собранного в т.ч. и на современной территории Чеченской Республики, послужило импульсом для поисков и установления рубежей ожесточенных боев, мест захоронений советских воинов, героически павших, защищая южные рубежи нашей Родины. Таким образом, благодаря нашим коллегам из ЮНЦ РАН, в Чечне, Ингушетии активизировалась работа поисковиков, чей вклад в военно-патриотическое воспоминание заслуживает высокой оценки и похвалы.

В начале июня 2013 г. Институт социально-экономических и гуманитарных исследований по инициативе ЮНЦ РАН провел Международную научную конференцию, посвященную 70-летию освобождения Дона и Северного Кавказа от фашистских захватчиков [Коренной перелом ... 2013].

В конференции приняли участие ученые не только из России, но и Украины, Германии, Австралии и Израиля. Докладчиками выступили исследователи из многих российских городов, научных центров, в т.ч. и Юга России. Как отмечал академик Г.Г. Матишов, материалы сборника – это значительный вклад в изучение Великой Отечественной войны. Их авторы, «раскрывая многочисленные белые пятна ее истории», помогают профессиональному сообществу, вузовским и общеобразовательным учреждениям, всем тем, кто заинтересован в воспитании настоящих патриотов своего Отечества, преодолевать околонучные концепции и целенаправленные фальсификации истории героического прошлого России.

Таких же оценок заслуживают и материалы Всероссийской научной конференции, состоявшейся в Ростове-на-Дону 3–6 июня 2015 г. под непосредственной эгидой Южного научного центра РАН [Значение сражений ... 2015].

Таким образом, благодаря целенаправленной деятельности ЮНЦ РАН во главе с академиком Г.Г. Матишовым, в отечественной военной истории за истекшие пятнадцать лет существенно уменьшилось т.н. белых пятен, что имеет важное значение для укрепления одной из ее базовых ценностей как ресурса воспитания патриотов Отечества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Война. Юг. Перелом (лето 1942 – осень 1943 гг.) / Г.Г. Матишов, В.И. Афанасенко, Е.Ф. Кринко, Т.Г. Курбат. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. 284с.

Значение сражений 1941–1945 гг. на юге России в Победе в Великой Отечественной войне: мат-лы Всерос. научн конф. (Ростов-на-Дону, 3–6 июня 2015 г.) / отв. ред. акад. Г. Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2015. 548 с.

Коренной перелом в Великой Отечественной войне: к 70-летию освобождения Дона и Северного Кавказа: мат-лы Междунар. научн. конф. (г. Ростов-на-Дону, 6–7 июня 2013 г.) / отв. ред. акад. Г.Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 456 с.

Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2015 г. № 1493. О государственной программе «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2016–2020 годы» // URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 27.08.2017).

ПОЛИТИЧЕСКАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ: ДВУХМЕРНЫЙ И МНОГОМЕРНЫЙ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ

Е.М. Горюшина

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН,
Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
esherder@gmail.com

В сфере изучения политической нестабильности можно говорить о существовании двух наиболее распространенных взглядов на это явление. Первый основывается на том, что нестабильность характерна для правительства – нестабильность исполнительной власти (*executive instability*), а второй базируется на социально-политических беспорядках как основном проявлении нестабильности (*social unrest*).

Нестабильность исполнительной власти представляет собой процесс смены власти в государстве (конституционным способом или неконституционным; например, переворот), тогда как второй подход основан на изменениях, происходящих посредством проявлений недовольства гражданского общества в виде социальных волнений, политического насилия.

Известные ученые, занимающиеся проблемой изучения политической нестабильности А. Алесина и Р. Перотти, выделяют два аспекта этого явления:

а) нестабильность, связанная с политическим режимом: государственные перевороты, правительственный кризис, политические «чистки», кадровые ротации;

б) нестабильность, вызванная недовольством гражданского общества: убийства, всеобщие забастовки, партизанская война, беспорядки, революции, антиправительственные демонстрации [Alesina, Perotti, 1996].

И. Фэн описывает политическую нестабильность как изменения в правительстве. С одной стороны, исследователь дифференцирует нерегулярные (*irregular*) и регулярные (*regular*) изменения в правительстве, а с другой – проводит черту между существенными (*major*) и незначительными (*minor*) изменениями в составе правительства. Таким образом, можно утверждать, что существенные и незначительные изменения в правительстве оказывают различное влияние на экономический рост, но разница едва заметна, когда анализ происходит

по критерию нерегулярных и регулярных изменений. Этот тезис доказуем примером И. Фэна: «Разумеется, с трудом можно сравнить передачу власти из рук премьер-министра Джеймса Каллахана премьер-министру Маргарет Тэтчер по вытекающим политическим последствиям с передачей власти из рук Сальвадора Альенде генералу Аугусто Пиночету в результате переворота» [Feng, 2003]. Хотя оба события следует классифицировать как крупные изменения государственной власти, тем не менее качественное различие очевидно.

Таким образом, концепция политической нестабильности И. Фэна как изменение правительства выглядит следующим образом:

	Регулярное изменение	Нерегулярное изменение
Незначительное изменение	Конституционная передача власти в рамках одной политической партии	Не применимо
Существенное изменение	Изменение власти в рамках конституционных норм (пример: Каллахан/Тэтчер)	Государственный переворот (пример: Альенде/Пиночет)

Исследователи Д. Буткевич и Х. Яниккая описывают явление политической нестабильности как многокомпонентное, в частности, состоящее из трех элементов/мер: стабильность правительства (*government stability*), общественные беспорядки/стабильность (*social unrest/stability*) и политическое насилие (*political violence*). Они утверждают, что разнообразие мер и различных элементов, используемых в разных исследованиях, делает результаты измерения политической нестабильности несопоставимыми. Ученые также отмечают, что некоторые элементы более распространены, чем другие. Например, такие как революции (*revolutions*), перевороты (*coups*) и убийства (*assassinations*). Исследование Буткевича и Яниккая представляет особую ценность в вопросе понимания теоретико-методологических аспектов политической нестабильности в силу того, что они предприняли попытку организовать концептуально запутанную сферу [Butkiewicz, Yanikkaya, 2005]. В своей работе авторы приходят к классификации 17 показателей политической нестабильности:

Стабильность правительства	Социальная стабильность	Политическое насилие
Перевороты	Риск внешнего конфликта	Политические протесты
Революции	Риск гражданской войны	Убийства
Перестановки в кабинете министров	Политический терроризм	Политические «чистки» (репрессии)
Антиправительственные демонстрации	Расовая и национальная напряженность	Смерть от политического насилия
Правительственный кризис		Массовые беспорядки
		Всеобщие забастовки
		Военные потери
		Война (на территории государства)

На первый взгляд, ряд показателей, обнаруженных в условиях политического насилия, может быть отнесен к категории социальной стабильности (например, забастовки, беспорядки, протесты), что ставит под вопрос о целесообразности подобной категоризации. Тем не менее данная категория представляет собой хороший обзор различных мер и подчеркивает проблему неоднозначности выделения показателей политической нестабильности.

Р. Йонг-а-Пин рассматривает многомерность политической нестабильности и приходит к четырем основным компонентам: 1) политически мотивированное насилие; 2) массовый гражданский протест; 3) нестабильность внутри политического режима; 4) нестабильность политического режима [Jong-A-Pin, 2009]. Автор отмечает, что предыдущие исследования влияния политической нестабильности на экономический рост в основном были одномерными, что может означать как ошибки процесса измерения политической нестабильности, так и неверные характеристики причинно-следственной связи между нестабильностью и экономическим ростом. Для достижения подобных результатов в своем исследовании Йонг-а-Пин использовал факторный анализ на основе 25 показателей политической нестабильности. Таким образом, данная классификация также основана на статистических методах.

Аналогичный способ измерения политической нестабильности был предложен Д. Сандерсом в 1981 г.: 1) жестокие вызовы режиму или правительству; 2) мирные вызовы; 3) изменения политического режима; 4) изменения в правительстве [Sanders, 1981]. В случае с первыми двумя показателями политической нестабильности могут возникнуть проблемы с измерением режима, а последние два являются фактическими последствиями изменений режима или правительства. Тем не менее Йонг-а-Пин не полностью разделяет эту точку

зрения, утверждая: «Третий показатель (нестабильность в рамках режима) явно означает не только фактические изменения, но и потенциал для будущих изменений».

Подобным образом выглядит сводная таблица многомерного подхода к изучению политической нестабильности Д. Сандерса и Р. Йонг-а-Пина:

Д. Сандерс	Р. Йонг-а-Пин
Насильственные вызовы режиму или правительству	Политически мотивированное насилие
Мирные вызовы режиму или правительству	Массовый гражданский протест
Изменение политического режима	Нестабильность в политическом режиме
Изменения в правительстве	Нестабильность политического режима

Компаративный анализ двух подходов к изучению политической нестабильности демонстрирует наглядность следующих схожих признаков: оба ученых выделяют четыре показателя, которые подчеркивают важность двух основных элементов политической нестабильности. Политически мотивированное насилие и массовый гражданский протест являются отражением социально-политических беспорядков (или, другими словами, нестабильность гражданского общества), вызванные нестабильностью, в то время как политическая нестабильность внутри режима отражает изменения правительства и политического режима.

Следовательно, из анализа вышеобозначенных двух подходов проистекают два основных компонента политической нестабильности:

Социально-политические беспорядки / нестабильность гражданского общества

- политически мотивированное насилие / жестокие вызовы режиму или правительству
- массовый гражданский протест / мирные вызовы режиму или правительству

Изменение режима / нестабильность исполнительной власти (незначительная, основная, регулярная, нерегулярная)

- нестабильность в политическом режиме / изменение в правительстве
- нестабильность политического режима / изменение режима

Очевидно, что при многообразии научных подходов к изучению политической нестабильности неизбежны ошибки в процессе измерения этого явления наряду с выявлением неверных причинно-следственных связей между показателями политической нестабильности. Можно сделать вывод о том, что для измерения политической нестабильности довольно сложно использовать лишь одну переменную (один показатель), равно как и затруднительно применять слишком большое количество показателей в качестве объясняющих переменных.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 1.13 «Пространственное развитие России в веке: природа. Общество и их взаимодействие. Проблемы развития полиэтничного макрорегиона в условиях дестабилизации Каспийско-Чёрноморского зарубежья», проект «Геополитические трансформации в Каспийско-Чёрноморском регионе: инструменты поддержания нестабильности» (№ гр ААААА15-115102010113-6) в 2017 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Alesina A., Perotti R. Income distribution, political instability, and investment // European economic review. 1996. Vol. 40 (6). P. 1203–1228.

Butkiewicz J.L., Yanikkaya H. The impact of sociopolitical instability on economic growth: analysis and implications // Journal of Policy Modeling. 2005. Vol. 27 (5). P. 629–645.

Feng Y. Democracy, governance, and economic performance: Theory and evidence. MIT press, 2003. P. 52.

Jong-A-Pin R. On the measurement of political instability and its impact on economic growth // European Journal of Political Economy. 2009. Vol. 25 (1). P. 15–29.

Sanders D. Patterns of political instability. Macmillan, 1981.

**ХЛЕБ КАК ЭЛЕМЕНТ ПРЕДМЕТНОГО КОДА СВАДЬБЫ
В УРЮПИНСКОМ РАЙОНЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
(ПО МАТЕРИАЛАМ ЭТНОЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ЭКСПЕДИЦИЙ ЮФУ – ЮНЦ РАН)**

Т.Е. Гревцова

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН,
г. Ростов-на-Дону
grevcova@ssc-ras.ru

Территория области Войска Донского – регион со сложной историей, заселение которого происходило неравномерно как по времени, так и этническому, сословному, конфессиональному составу населения. О многообразии традиционной духовной культуры донских казаков говорили еще дореволюционные исследователи, тем не менее на сегодняшний день описаны далеко не все ее локальные варианты. Актуальным представляется исследование региональных традиций небольших территорий, в частности свадебного обряда как фрагмента народной культуры, имеющего хорошую сохранность, длительную историю сбора полевого материала и научного изучения (В.Ф. Сухоруков, А.М. Листопадов, Ф.В. Тумилевич, Б.Н. Проценко, Т.С. Рудиченко и др.).

Мы рассмотрим свадебную выпечку как элемент предметного кода обряда Урюпинского района Волгоградской области. Материалом для исследования стали полевые материалы совместных этнолингвистических экспедиций Южного федерального университета и Южного научного центра РАН 2008 г. Кроме того, сведения о свадебном хлебе этой территории содержатся в двух диалектных словарях [Маслов, 1998; СДГ ВО].

Свадебный обрядовый цикл начинался со сватовства. Сваты приходили в дом предполагаемой невесты с хлебом-солью (*караваем*) и скатертью, заводили разговор о свадьбе и спрашивали разрешения поставить угощение на стол. Родители девушки встречали сватов за «голым» – ничем не накрытым, без пищи и напитков, столом. Сваты стелили скатерть и ставили хлеб на стол только после согласия родителей девушки начать диалог о браке: *«Бирёш скатирть, бирёш хлел-соль, ано и сичас так прадалжаица, с хлебам-солью, скатиртью приходят сватаца. Накрываит стол жыних <...> Я сватаца хадила за сына, тожы фсё таг жы, брали рушник, брали скатирть, накрывали стол, и эта скатирть астаёца в доми нивесты»* (зап. от Михюлкиной Г.Л., 1944 г.р., в х. Бубновский, полевые материалы Н.А. Власкиной (далее – ПМВ))¹. Принесение сватами хлеба-соли в дом невесты известно практически на всей восточнославянской территории, а вот принесение на сватовство скатерти, символически связанной со столом, пищей и хлебом, не столь распространено и является отличительной чертой свадебного обряда данного района. Носители традиции говорили о скатерти как об атрибуте сватов даже без упоминания хлеба-соли: *«Тагда уш ани начинают, как уот пришли мы за этим, у вас, вот так и так. Можна? Можна. Накроють стол сваей скатиртью, сваю закуску паставляють, сваю вотку»* (зап. от Усовой М.А., 1927 г.р., в х. Черкасский, полевые материалы автора статьи (далее – ПМА)). В данной обрядовой ситуации скатерть и хлеб символизируют домашнее пространство семьи жениха, и именно поэтому кладутся на стол только после согласия родителей девушки выдать ее замуж, знаменуя начало ее символического отделения от своего рода.

Перед свадьбой в доме жениха изготавливали свадебный каравай. В Урюпинском районе он представлял собой высокий круглый хлеб, украшенный солонкой с солью, бумажными цветами или фигурками из теста, посаженными на палочки. Здесь сохраняется представление о связи свойств этого хлеба и будущей семейной жизни пары: *«Выпикала каравай свикрофь. И божы упаси, штоп каравай ни аказался з закальцым. <...> И от разрэзали каравай, а там, гварить, закалиц на два пальца. Уже вымирить, свикрофь пратягиваить»* (зап. от Какушкиной Ю.А., 1938 г.р., в х. Бубновский, ПМА). Подобное символическое значение неудавшийся каравай приобретал у украинцев [Украинцы, 2000, с. 299]. В день свадьбы после венчания или регистрации родители встречали молодых в доме жениха с караваем. Зафиксированы разные варианты ритуальных действий с хлебом в данном эпизоде. Его вносили в дом и разрезали во время обряда даров: *«Фстрентять с караваим. Он уж*

¹ Здесь и далее диалектные тексты приводятся в облегченной орфографической записи; особые знаки не используются; знаком «г» передается у-фрикативное. Все приведенные тексты записаны в Урюпинском районе Волгоградской области в 2008 г.

там ни разрежить иво ничё» (зап. от Усовой М.А., 1927 г.р., в х. Черкасский, ПМА). Также при встрече молодых каравай могли разламывать, или новобрачные откусывали от хлеба. По последнему действию судили о том, кто будет главой семьи. Однако представляется, что нарушение целостности караваия в данном эпизоде является трансформацией обрядового употребления этого хлеба, разделение которого между гостями традиционно происходило во время свадебного застолья и символизировало перераспределение общей доли рода и обретение молодыми новой доли, воплощением которой становился кусочек караваия [Байбурин, 1998, с. 80–81]. В Урюпинском районе разделение главного свадебного хлеба между гостями также было приурочено к одариванию новобрачных подарками, а названия этого обряда и его частей на исследуемой территории в основном связаны с лексемой *каравай* (*каравай, носить каравай, подносить каравай* 'обряд одаривания молодых', *кидать на каравай* 'дарить молодым подарки на свадьбе'): «*Как свадьба, кагда начинают дары дарить, да каравай паднасили. И тагда этат хлеп режут. Выйдут малады, будут малады насить, угащать фсех»* (зап. от Кагакиной А.И., 1930 г.р., в ст. Михайловской, ПМА); «*Ну первый день, он праходить, то винчанье, то каравай»* (зап. от Какушкиной Ю.А., 1938 г.р., в х. Бубновском, ПМА). В памяти носителей традиции сохраняется присказка, произносившаяся при поднесении кусочков караваия гостям: «*Как раз каравай падносят. Каравай, выпивай и наших маладых надилляй, ни рублём, ни палтúнай, а залатой грúвай»* (зап. от Усовой М.А., 1927 г.р., в х. Черкасском, ПМА). Такой приговор при дарении подарков новобрачным был распространен на Дону. Один из его вариантов звучал так: «Сыр-каравай принимайте – золотую гривну давайте. Они люди нанове и им много надобно» [Харузин, 1885, с. 156–157].

Тесная связь разделения караваия и обряда даров обусловила и обозначение подаренного как того, что *наклали на каравай* – первого совместного имущества молодой семьи: «*Раньше далжна окна, занавески, пастель фся далжна, ну скатиртя там, ну и сваё прúданаи. Ну а сичас больша жанихи, да на каравай чё налóжут»* (зап. от Ситниковой В.Г., 1929 г.р., в х. Бубновский, ПМА). В Урюпинском районе зафиксировано и весьма редкое название подарков – *каравай*: «*Тут на фтарой или на третий, ну как свадьба закончилась, значит, и невеста з женихом едут сабирают эта, дары па людьм. Ну вот я, например, сказала: я тебе парасёнка дарю. Ну я ж ни панясú, да? Ну вот кагда ани прияжат и бирут. Или им даже гаварят: вы чё ж ни прижати, каравай-та ни бирёти?»* (зап. от Мотасовой З.В., 1938 г.р., в х. Бубновский, ПМВ). На Дону отмечены подобные названия даров: *каравайное* 'имущество молодой, подаренное «на каравай»' [БТСДК, с. 209; Дианова, 2008, с. 110], *сыр-каравайное* 'подаренное на свадьбе' [БТСДК, с. 521]. И хотя связь между подаренным на свадьбе и свадебным хлебом достаточно прозрачна, такие термины достаточно редко встречаются не только на Дону, но и в целом у восточных славян. Связь названий имущества молодых с караваем представляется интересной и заслуживает отдельного исследования. Так, в орловских говорах *караваем* могли называть приданое невесты [СОГ, т. 5, с. 17], а на Смоленщине выражение *заводить свой каравай* имело значение 'заводить свое хозяйство' [ССГ, т. 4, с. 48].

В Урюпинском районе сохранилось представление о связи раздачи кусочков караваия и смены социального статуса невесты. Это выражается в том, что после данного ритуального действия она снимала фату, переодевала свадебное платье и считалась окончательно перешедшей в группу замужних женщин: Таким образом, ритуальный переход связывался со сменой не только биологического, но и социального статуса, которая происходила во время разделения хлеба, символизирующего получение молодыми новой доли.

Несмотря на такую важную символическую роль караваия в свадьбе, информация о внешнем виде, особенностях изготовления этого хлеба и ритуальных действиях с ним в воспоминаниях более молодых информантов уже не фиксируется, но их терминология и сохраняется даже при отсутствии самого караваия на свадьбе: «*А каравай паднасить – эта адаривают маладых, называица этим словам»* (зап. от Михюлкиной Г.Л., 1944 г.р., в х. Бубновский, ПМВ).

Помимо караваия, к свадьбе готовили и другие изделия из теста, обилие которых было направлено на обеспечение богатства свадебного стола и такой же богатой жизни супругов. Так, жарили в масле витые изделия из теста, типа хвороста, называемые на исследуемой территории *розинцы*, пекли небольшие круглые пирожки с начинкой (*схва́точки, схватúшки*), пироги разной формы и наполнения. Кроме того, в Урюпинском районе к свадьбе запекали кур в тесте. Последнее блюдо напоминает пирог с курицей – *курник*, обрядовое употребление которого зафиксировано в южно- и среднерусской свадьбах [Гура, 2012, с. 240–241]. Курник, представляющий собой курицу, запеченную в тесте, отмечен в смоленской традиции [СРНГ, т. 16, с. 135], а в Рязанской и Калужской области курицу запекали внутрь свадебного караваия, что не случайно, поскольку и курица, и каравай символически связаны с невестой [Гура, 2012, с. 240–241, 244].

В х. Долгий Урюпинского района на второй день свадьбы молодые с родственниками шли *к тёще на блины*. Во время застолья теща подавала зятю тарелку с блинами и по тому, как новобрачный их ел, определяли, сохранила ли невеста невинность до брака [СДГ ВО, с. 45]. Обрядовые действия с блинами на этапе после свадьбы практически не фиксируются у донских казаков. Исключение составляют северные районы Волго-

градской области (Даниловский, Новоаннинский) [СДГ ВО, с. 45; ПМДЭЭ ЮФУ], а также ст. Усть-Быстрянской Ростовской области, где блинами с курицей кормили молодую на второй день свадьбы [Дианова, 2008, с. 111]. Отметим, что у русских распространено угощение новобрачного блинами, во время которого он давал понять, «честной» ли была невеста [Гура, 2012, с. 355–356]. Наличие такого же обряда в Урюпинском и других северных районах Волгоградской области можно объяснить близостью данной свадебной традиции к традициям соседних южнорусских областей.

Таким образом, обрядовый хлеб как компонент предметного кода свадьбы Урюпинского района Волгоградской области на разных этапах имеет семантику сближения родов жениха и невесты, перехода молодых в новый статус, обретения ими новой доли и перераспределения общей доли коллектива в связи с изменением статуса его членов, богатства и плодородия – смыслы, характерные для всей восточнославянской традиции. Ритуальные действия с выпечкой в свадебном обряде Урюпинского района Волгоградской области и обстоятельства их совершения в основном коррелируют с донской свадьбой. Однако некоторые виды выпечки, их терминология и манипуляции с ними практически не зафиксированы на Дону и обнаруживают параллели в южнорусских областях, что позволяет сделать предварительный вывод о близости южнорусского и урюпинского вариантов ритуала, который нуждается в подтверждении сведениями о других элементах свадебного обряда этой территории.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ФАНО России по проведению фундаментальных научных исследований «Историко-культурное наследие народов Юга России в условиях модернизации» (№ 0260-2014-0006).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Байбурин А.К. Обрядовое перераспределение доли у русских // Судьбы традиционной культуры: сборник статей и материалов памяти Ларисы Ивлевой. СПб., 1998. С. 78–82.

Гура А.В. Брак и свадьба в славянской народной культуре: Семантика и символика. М., 2012. 936 с.

Дианова Т.Б. Традиционное свадебное застолье на Дону // Традиционное русское застолье: сборник статей. М., 2008. С. 96–117.

Маслов В.Г. Словарь говора Добринки (на материале говора Добринки Урюпинского района Волгоградской области). Шуя, 1998. 178 с.

ПМДЭЭ ЮФУ – Полевые материалы диалектологических и этнолингвистических экспедиций Ростовского государственного университета (Южного федерального университета). Ростов-на-Дону, кафедра общего и сравнительного языкознания ЮФУ.

СДГ ВО – Словарь донских говоров Волгоградской области / под ред. проф. Р.И. Кудряшовой. 2-е изд., перераб. и доп. Волгоград, 2011. 704 с.

СОГ – Словарь орловских говоров. Вып. 1–4. Ярославль, 1989–1991; Вып. 5–7. Орел, 1992–1995.

СРНГ – Словарь русских народных говоров / под ред. Ф.П. Филина, Ф.П. Сороколетова, С.А. Мызникова. М.; Л., 1965–2014. Вып. 1–47.

ССГ – Словарь смоленских говоров. Вып. 1–11. Смоленск, 1984–2005.

Украинцы / отв. ред. Н.С. Полищук, А.П. Пономарев. М., 2000. 535 с.

Харузин М.Н. Сведения о казацких общинах на Дону. Материалы для обычного права. Вып. 1. М., 1885. 434 с.

ПОИСК ПУТИ МИРНОГО СОСУЩЕСТВОВАНИЯ: КАВКАЗ В ЛИБЕРАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УСТРОЙСТВА РОССИЙСКОГО ГОСУДАРСТВА В НАЧАЛЕ XX в.

Н.В. Дмитриева

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
Институт истории и международных отношений ЮФУ, г. Ростов-на-Дону
nvdmirteva@srfedu.ru

К началу XX века в результате имперской экспансии Россия представляла собой значительное по территории государственное образование, одной из отличительных черт которого была этническая гетерогенность. Согласно результатам Первой всеобщей переписи населения Российской империи 1897 года великороссы составляли 44,3 % от общего количества населения страны [Витте, 1991, с. 25]. Титульная нация империи, таким образом, составляла меньшинство, вследствие чего одной из основных задач имперского центра была инкорпорация национальных окраин в единое социально-экономическое и политическое пространство империи.

Следует отметить, что, несмотря на отсутствие единого подхода при осуществлении интеграции отдельных частей империи, центральным направлением развития национальной политики царского правительства в конце XIX – начала XX века стала интенсивная русификация национальных окраин. Подобная политика способствовала росту национализма и сепаратизма и их развитию как массового явления. Необходимость изменения национально-государственного курса империи с целью сохранения ее целостности стала одной из актуальных проблем отечественного либерального движения начала XX века. В период с 1902 по 1906 г. была проведена работа по формированию базовых принципов решения национальных противоречий империи, которые затем вошли в политические программы Конституционно-демократической партии и партии «Союз 17 Октября». Неотъемлемой частью этих разработок стала проблема устройства гражданского мира на Юге России.

В соответствии с данными переписи 1897 г. общая численность населения Кавказа составляла около 10 млн человек, говоривших на 32 языках и наречиях [Всеобщая перепись населения ... 1905, с. 5]. Подобная полиэтничность региона требовала тщательной разработки проводимой в нем политики. Но, несмотря на это, имперское правительство в начале XX века придерживалось курса, выработанного еще в результате контрреформ 80-х гг. XIX века, в ходе которых произошла административная реорганизация Кавказского края, преследовавшая цель еще больше сблизить его с Россией и усилить административный контроль над горцами.

В период до начала работы Государственной думы в России программные положения «нового либерализма» по данному вопросу претерпели определенную эволюцию.

Начальный этап приходится на период организационного оформления «нового либерализма» и связан с журналом «Освобождение», издаваемом в Штутгарте под редакцией П.Б. Струве. Уже в первом номере была опубликована программная статья «От русских конституционалистов», и авторы обозначили основные направления деятельности отечественных либералов. Среди первоочередных были указаны «те требования, которые во всех культурных государствах давно уже легли в основу свободной общественной жизни», а именно: личная свобода и равенство всех перед законом. При этом под вторым подразумевалась «отмена всех исключений и изъятий национальных, сословных и религиозных. Применительно к русской действительности это ... сводится ... к признанию полной свободы веры и совести, к отмене ограничений в сфере личного и имущественного права относительно евреев и поляков» [Освобождение, 1902, № 1, с. 9]. Несмотря на общность подобного заявления, оно позволяет определить ряд характерных особенностей, присущих либеральному варианту решения национально-государственных противоречий империи.

Во-первых, тесная связь данного вопроса с общим процессом политической модернизации страны, во-вторых, неразрывность национального и религиозного вопросов, в-третьих, в качестве средства решения предлагалось уравнивание всех без исключения национальностей, входящих в государство, в правах и свободах и, в-четвертых, выделение в качестве наиболее остро стоящих польского и еврейского вопросов.

Отсутствие в данном перечне остальных направлений национальной проблематики, в том числе и кавказской, можно объяснить, с одной стороны, декларативным характером программы, подробная разработка национального вопроса была отнесена на более поздний период; с другой стороны, на данном этапе представители либерального движения в качестве наиболее дискриминируемых национальностей рассматривали только евреев и поляков, так как эти вопросы вызвали в обществе наибольший резонанс.

Подобная неопределенность по вопросу организации взаимоотношений с кавказским регионом постепенно преодолевалась в контексте формирования общих принципов решения национального вопроса и не носила форсированный характер.

Об этом свидетельствует сдержанность, с которой либералы формировали отделения будущей партии на Кавказе. На съезде группы «освобожденцев», проходившем в Швейцарии 20–22 июля 1903 г., в качестве одной из мер по организации самостоятельной партии было решено использовать создание кружков в земских губерниях. При этом открытым остался вопрос о создании подобных организаций на Кавказе. Объяснялось это, в первую очередь, иноплеменным составом населения региона [Либеральное движение в России ... 2001, с. 30].

Дальнейшее развитие либеральная концепция национально-государственного переустройства России получила на «Конференции оппозиционных и революционных организаций России», проходившей в Париже с 30 сентября по 9 октября 1904 г. В ней приняли участие в том числе и организации, представлявшие Кавказский край, а именно «Грузинская партия социалистов-федералистов-революционеров» и «Армянская революционная федерация». Присутствие национальных партий империи предопределило актуальность вопроса о статусах окраин. В ходе обсуждений и дискуссий был зафиксирован крайне важный принцип решения данного вопроса – признание *за каждым народом империи* права на самоопределение с одновременным осуждением русификаторской политики имперской власти. Данный принцип был подтвержден в отдельном разъяснении от «Союза освобождения»: «В сфере национальных вопросов Союз признает право на самоопределение за различными народностями, входящими в состав Российского государства» [Программные документы ... 1996, с. 157].

Следующий этап в процессе эволюции концепции национально-государственного устройства России приходится на 1905 г. Под влиянием событий Первой русской революции «новые либералы» провели корректировку своих программных положений по кавказскому вопросу. Это нашло отражение в программе «Союза освобождения», принятой на III съезде организации в марте 1905 г. Кроме общего требования изменения государственного устройства в соответствии с новым политическим строем страны, этот документ включал пункты, непосредственно касающиеся ее будущей структуры, в том числе признание самого широкого областного самоуправления для областей Империи, резко обособленным по своим бытовым и историческим условиям [Либеральное движение в России ... 2001, с. 160]. К подобным областям «освобожденцы» отнесли и территорию Закавказья. Что же касается остальной части Кавказского региона, то за населявшими ее народностями признавалось право исключительно на культурное самоопределение. Под культурным самоопределением представители «нового либерализма» понимали свободное употребление в начальных школах и в местных учреждениях народного языка.

Следует отметить, что уже в этот период в либеральном движении не было абсолютного единства по вопросу государственного устройства Юга России. Вскоре после мартовского съезда в журнале «Освобождение» появилась статья П.Б. Струве «К программе Союза освобождения» с критикой решений III съезда организации. «В пункте об областном самоуправлении, – писал он, – мы считаем неправильной постановку на одну доску Польши, Литвы, Малороссии и Закавказья» [Освобождение, 1905, № 69–70, с. 307]. Обосновывалось это недостаточным уровнем обособленности вышеназванных регионов. При этом следует иметь в виду, что автономию Польши Струве понимал не как признание за ней права на политическую независимость, а как автономию в границах единого российского государства.

Однако изменения в соответствии с этими замечаниями в программу организации внесены не были и стали предметом дальнейших дискуссий. Особую остроту они приобрели в ходе сентябрьского земско-городского съезда 1905 г., на котором либералы специально решили рассмотреть национальный вопрос.

С докладом «О правах национальностей и децентрализации» на съезде выступил Ф.Ф. Коккошкин. Исходная идея доклада – сохранение во что бы то ни стало унитарного устройства Российского государства. Докладчик самым решительным образом выступал против принципа политического самоопределения наций. В его представлении это был прямой путь к расчленению «единой и неделимой России» [Коккошкин, 1906, с. 7]. Для народов, населявших Кавказ, как и для других национальностей Империи, было предложено реализовать исключительно право на культурное самоопределение.

В ходе обсуждения доклада на съезде была сформулирована и противоположная точка зрения. Представители национальных окраин причину роста сепаратистского движения в провинциях видели именно в унитарной форме государственного устройства страны. В качестве решения проблемы они предлагали предоставление автономии. Представитель Кутаиса открыто заявил, что «100 лет Грузия находилась в руках русского правительства и это центральное управление привело, в конце концов, только к борьбе населения с русскими войсками. Единственное средство умиротворения края, автономия» [Право, 1905, № 37, с. 3062–3063].

Однако, несмотря на недовольство представителей национальных окраин, в резолюцию съезда по национальному вопросу было включено только требование культурного самоопределения национальностей. Окончательно расхождения по национальному вопросу, обозначенные на сентябрьском земско-городском съезде

1905 г., были зафиксированы в политических программах Конституционно-демократической партии и партии «Союз 17 Октября».

Подводя итог рассмотрению процесса эволюции либеральной концепции устройства гражданского мира на Кавказе в начале XX века, следует отметить следующее:

1. Кавказский вопрос рассматривался либералами в контексте национально-государственного устройства России в целом.
2. Данная проблема являлась неотъемлемой частью общего процесса политической модернизации страны и являлась второстепенной по сравнению с вопросом об изменении формы правления.
3. На начальном этапе формирования концепции вопрос о переустройстве государственного управления кавказским регионом не ставился, а получил развитие только с ростом национального движения в крае в ходе Первой русской революции.
4. Программы партий кадетов и октябристов, разработанные в процессе подготовки к выборам в I Государственную Думу, обнаружили принципиальные расхождения в решении национального вопроса. Представителям либерального движения не удалось выработать единой концепции, направленной на разрешение данной проблемы.

Публикация подготовлена в рамках реализации проекта Российского научного фонда 17-78-20117 «Национальные окраины в политике Российской империи и русской общественной мысли».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Витте С.Ю. Избранные воспоминания, 1849–1911. М., 1991.
Всеобщая перепись населения Российской империи 1897 г. Под ред. Н.А. Тройницкаго. Т. 7. СПб., 1905.
Кокошкин Ф. Областная автономия и единство России. М., 1906.
Либеральное движение в России 1902–1905 гг. М.: «Российская политическая энциклопедия» (РОССПЭН), 2001.
Освобождение. 1902. № 1.
Освобождение. 1905. № 69–70.
Право. № 37. 18 сентября 1905 г.
Программные документы национальных политических партий и организаций России (конец XIX в. – 1917 г.). Сб. док-тов. Вып. 2. М., 1996.

ВЗГЛЯДЫ К.Д. КАВЕЛИНА НА ПОЛЬСКИЙ ВОПРОС В ПЕРИОД ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ «ОТТЕПЕЛИ» 1850-х гг.

О.О. Завьялова

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
oxana-z10@rambler.ru

В середине XIX века с началом «оттепели» первых лет царствования Александра II, выразившейся в либерализации политического режима и изменении общественного климата в России, представители интеллектуальной элиты страны стремились к содействию самодержавной власти в начавшейся подготовке масштабных преобразований. Представитель просвещенной бюрократии князь Д.А. Оболенский, как и многие современники осознавший необходимость широкого реформирования, писал по этому поводу: «Усиленная деятельность правительства по преобразованию не могла не вызвать к жизни все дремавшие общественные силы» [Оболенский, 2005]. Александр II стал императором в тяжелое, переломное для России время. Его воцарение

явилось началом новой эпохи, и, как на всякое начало, на новое царствование современники возлагали большие надежды и ждали крупных изменений. «Только совершенный внутренний переворот, полная перемена всей системы может вызвать новую жизнь» [Аксакова, 1855] – с таким утверждением было согласно подавляющее большинство русских людей. По мнению американского историка Р.С. Уортмана, иллюзию неуклонной динамики и постоянного обновления государственной жизни в сознании подданных создавала сама смена царствований, когда новый правитель представал освободителем, «чей беззаветный героизм спасает Россию от деспотизма и гибели» [Уортман, 2002].

В этот период у представителей образованного общества появилось больше возможностей для выражения своих взглядов и позиций по различным злободневным вопросам российской жизни. Связано это было не только со смягчением политического режима самодержавия, но и с общим поступательным ходом развития русской общественности, переживавшей в середине XIX в. качественно новый этап в формировании основных идейных направлений русской общественной мысли. Произошло прежде всего духовное раскрепощение общественных сил, проявившееся во всеобщем подъеме. По мнению Н.В. Шелгунова, павший Севастополь обратил внимание общественности на внутренние проблемы, пробудил критическую мысль: «Всё, что было в России интеллигентного, с крайних верхов и до крайних низов, начало думать, как оно еще прежде не думало... Все стали думать и думать в одном направлении, в направлении свободы, в направлении разработки лучших условий жизни для всех и для каждого» [Шелгунов, 1983].

Безусловно, главной проблемой, в первую очередь требующей своего разрешения и приковывающей основное внимание русской общественности, была подготовка и обсуждение основных положений крестьянской реформы. Но наряду с этим стремление общественности освободиться от самого «духа николаевской эпохи», содействуя в меру имеющихся у нее возможностей в деле реформирования страны, начатое новым императором, затрагивало и сферу политики империи в отношении национальных окраин.

Надежда на улучшение условий жизни русского общества, которую вселяло начало царствования Александра II, связывалась у многих общественных деятелей и с возможностью смягчения политики самодержавия в отношении Царства Польского. С запуском в России после Крымской войны нового модернизационного «витка» в этой наиболее развитой национальной окраине империи активизировалось национально-освободительное движение, за проявлениями которого с особым вниманием следили представители русской общественности. Среди них активную деятельность в поддержании контактов с польским либеральным обществом развернул К.Д. Кавелин. Этот оригинальный русский мыслитель в годы подготовки и проведения Великих реформ проделал большую теоретическую работу и высказывал свои ценные предложения по реформированию практически в каждой из сфер российской жизни. Система его взглядов, в середине XIX века переживавшая оформление своих основных черт, вошла в основу формирующегося в России либерального направления русской общественной мысли.

Позиция Кавелина по решению внутривластных проблем также интересна в качестве примера взаимодействия и взаимовлияния между либеральной идеологией, находившей отражение в проектах по реформированию страны представителей набравшей силу общественности и проведением правительственной политики в середине XIX века. Анализ позиции Кавелина по отношению к польскому вопросу накануне восстания 1863 года позволяет не только подойти к проблеме взаимодействия власти и индивида в российском реформационном процессе, но и выделить механизмы передачи общественных требований властным структурам, существовавшим в России в середине XIX века.

Имея дружеские связи в кругах просвещенной бюрократии, поддерживая отношения с представителями радикального лагеря русской общественности, Кавелин выступал за достижение компромисса между различными общественными группами и высшими властными кругами. Он писал: «Я не могу представить себе взгляда, с которым нельзя было бы сойтись в том или другом пункте, в котором нельзя было бы отыскать сочувственных сторон» [Кавелин, 1897]. Такая компромиссная позиция мыслителя обуславливала его сочувственное отношение к польскому национальному движению и особый взгляд на решение польского вопроса.

Следует отметить, что в зависимости от конкретно-исторической ситуации национальный вопрос может проявляться в виде двух взаимосвязанных тенденций. Первая из них выражается в виде стремления нации сохранить свою национальную самобытность и независимость, подчеркнуть собственную национально-культурную идентификацию. Вторая тенденция представляет собой попытки сближения между народами и нациями в процессе их внутрисосударственного и межгосударственного общения. В деятельности Кавелина наиболее ярко проявилась вторая из указанных тенденций. Подчеркивая особое значение связей между Польшей и Россией, обусловленное их исторической судьбой, он выступал за налаживание дружеских отношений между двумя народами. В позиции Кавелина в отношении польского вопроса отразилось возникшее еще в начале XIX в. в русской прогрессивной общественной мысли осознание права польского народа на свободное и самостоятельное развитие. Так, мыслитель, симпатизируя полякам в их устремлениях к свободе,

поддерживал взгляды умеренной польской оппозиции, выступающей за восстановление автономии Польши в пределах единого с Российской империей государства. Выступая с критикой правительственной политики в отношении Польши периода николаевского царствования, Кавелин стремился донести до нового императора необходимость отказа от старых приемов управления и поиска нового пути урегулирования польской проблемы.

Оценке правительственной политики в Царстве Польском посвящено основное содержание переписки Кавелина с баронессой Э.Ф. Раден, предшествующей событиям польского восстания 1863–1864 гг. В одном из писем Кавелин отмечает, что правительство «...не понимает положения, не умеет взяться за дело, и все надеется провести хорошее под заржавелыми формами, посредством отживших людей, при помощи устаревших приемов» [Корсаков, 1899]. Исходя из своей умеренно-либеральной общественной позиции, Кавелин не считал необходимым и возможным в середине XIX века разрыв политической зависимости Польши от России. По мнению мыслителя, решить обострившийся польский вопрос можно исключительно путем либерального реформирования всей страны и налаживания совместной деятельности польской и русской либерально ориентированной общественности. Практической реализацией этой позиции стало участие Кавелина совместно с видным польским общественным деятелем И.П. Огрызко и профессором криминального права Петербургского университета В.Д. Спасовичем в создании в 1859 году прогрессивной газеты «Слово» на польском языке. В своих выпусках эта газета не только развивала демократическую программу национального польского возрождения, но и выступала за образование в Польше либеральной партии, связанной с российскими либеральными общественными деятелями [Корнилов, 1909]. Несмотря на лояльность газеты по отношению к самодержавному правительству и поддержку его либеральных начинаний, Александр II запретил ее выпуск, а сам Огрызко был заключен в Петропавловскую крепость за публикацию письма польского историка И. Лелевеля, стоявшего во главе демократической партии польской эмиграции. Будучи близким другом Огрызко, Кавелин напрямую обратился с письмом к императрице Марии Александровне, прося ее о смягчении участи арестованного [Пантелеев, 1958].

Позиция Кавелина по отношению к польской проблеме не претерпела значительных изменений после польского восстания 1863–1864 гг. Он все также продолжал выступать за сближение польского и русского народов на основе взаимного уважения национальных особенностей, а проявившиеся противоречия во взаимоотношениях, как и прежде, предлагал решать с помощью либерального реформирования и развития сотрудничества либералов двух народов для совместной выработки ими программы свободного национального и культурного развития Польши, но исключительно в составе Российской империи, что соответствовало умеренно-либеральной системе его взглядов.

Публикация подготовлена в рамках реализации проекта Российского научного фонда 17-78-20117 «Национальные окраины в политике Российской империи и русской общественной мысли».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аксакова В.С. Дневник В.С. Аксаковой (1854–1855) // URL: http://dugward.ru/library/aksakovy/vaksakova_1855.html (дата обращения: 03.09.2017).

Кавелин К.Д. Собр. соч.: в 4 т. СПб.: Тип. М.М. Стасюлевича, 1897–1900. Т. 1: Монографии по русской истории: [рассуждения, критические статьи и заметки К.Д. Кавелина]. 1897. 1052 стлб. Стлб. 1171.

Корнилов А.А. Общественное движение при Александре II (1855–1881). М.: Тов-во тип. А.И. Мамонтова, 1909. 263 с. С. 133.

Корсаков Д.А. Из жизни К.Д. Кавелина во Франции и Германии в 1862–1864 гг. (По его переписке за это время) // Русская мысль. 1899. № 8. С. 171–185. С. 175.

Оболенский Д.А. Записки князя Дмитрия Александровича Оболенского. СПб: Издательство Санкт-Петербургского института истории РАН «Нестор-История», 2005. 504 с. С. 193.

Пантелеев Л.Ф. Воспоминания. М.: Гос. изд-во худож. лит-ры, 1958. 848 с. С. 175.

Уортман Р.С. Сценарии власти. Мифы и церемонии русской монархии. М.: ОГИ, 2002. Т. 1: От Петра Великого до смерти Николая I. 608 с. С. 22.

Шелгунов Н.В. Из прошлого и настоящего // Штурманы будущей бури: Воспоминания участников революционного движения 1860-х годов в Петербурге / сост. А.Н. Цамутали. Л.: Лениздат, 1983. 415 с. С. 35–139. С. 101.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

С.Ю. Иванова

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
isu-socf@yandex.ru

В современной исторической ситуации, характеризующейся обострением международной обстановки, неуклонно возрастает интерес к поиску эффективных путей обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, в том числе и в региональном контексте. Северный Кавказ является одним из ключевых регионов в этом процессе [Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года]. Традиционно к нему было обращено внимание политиков, управленцев, средств массовой безопасности. События последних лет – кризис на Украине, военные события в Сирии изменили место региона в информационной повестке, но объективно значение региона в контексте обеспечения национальной безопасности не изменилось.

На Северном Кавказе сохраняется выраженная этническая и конфессиональная дифференциация сообществ. Этнические группы в значительной мере различаются по уровню модернизации, социально-экономическому развитию, по факторам этногенеза, по социокультурному портрету, а также по групповым интересам и векторам национально-культурного и этноконфессионального самоопределения. В регионе развивается особая модель гражданского общества, которое построено и функционирует на основе групповых этнополитических, этнокультурных и этноконфессиональных интересов. Данная модель является если не всегда продуктивной, то объективно – исторически обоснованной, так как она предоставляет жителям региона реализовать свои жизненные интересы, во-первых, как традиционные с высокой эмоциональной составляющей, во-вторых, как жизнеспособные и социально перспективные с высокой инновационной составляющей. Региональная модель гражданского общества на Северном Кавказе действует через конкретные субъекты – межконфессиональные и межэтнические советы, советы мира и дружбы, комиссии по межнациональным и межконфессиональным отношениям. Также к данным субъектам относятся казачьи общины, советы старейшин, советы богословов, советы фамилий, родов и иные институты, которые имеют общественный авторитет.

Внутри данной модели гражданского общества, помимо законов РФ и законов субъектов РФ, действуют неписанные правила – морально-этические кодексы горских северокавказских народов – адыго-абхазских, тюркских, нахско-дагестанских, иранских. Также действуют моральные кодексы и социальные практики казачества, а также и моральные и обыденные практики многих диаспорных групп – армян, греков, грузин, евреев, корейцев, немцев, поляков и др. Все эти кодексы и практики действуют, прежде всего, в сфере семейно-родственных, фамилно-общинных, половозрастных отношений, но в последнее время всё больше приобретают политические акценты и политические проекции.

Это обусловлено: во-первых, общей политизацией современного общества; во-вторых, российской политической модернизацией; в-третьих, собственно политическими и этнополитическими факторами развития Северного Кавказа. В системе межэтнических и этноконфессиональных отношений прослеживается несколько явных политических трендов: стремление этнокультурных и религиозных институтов противостоять религиозному радикализму и экстремизму; упрочение сотрудничества этнокультурных и религиозных организаций с органами власти и местного самоуправления; вхождение этнических и религиозных лидеров в общественные советы при органах власти и управления. При этом оптимизация данных акцентов и проекций этноконфессиональных отношений прямо зависит от общей ситуации на Северном Кавказе.

На современном этапе в регионе есть неоспоримые достижения: ликвидация ряда бандформирований и полевых командиров, криминальных группировок; снижение числа преступлений террористической направленности; профилактика терроризма и национально-религиозного экстремизма; практическое отсутствие сепаратистских настроений. Кроме этого все более определенно дает о себе знать стремление населения к безопасности, стабильности, законности. Очевидны и эффективны в регионе системные действия органов власти и управления по реализации государственной политики РФ в сфере обеспечения национальной безопасности.

Одним из существенных рисков наших дней на Северном Кавказе эксперты называют радикализацию молодежи. Проблема профилактики экстремизма в молодежной среде актуальна для большинства регионов современного мира. Для всей мировой общественности экстремизм и терроризм являются прямой

угрозой политической стабильности и национальной безопасности. В Северо-Кавказском федеральном округе проблематика профилактики экстремизма и терроризма среди молодежи – одна из приоритетных в силу особенностей социокультурной среды и геополитического положения региона, о которых было сказано выше.

Изучение экстремизма и терроризма и формирование идеологического противостояния ему становится одним из важнейших направлений, связанных с разработкой путей и средств обеспечения национальной безопасности. Это связано, в первую очередь, с особенностями самих явлений экстремизма и терроризма: «заразительностью» их идеологий; ориентацией на молодежь; признанием вседозволенности и радикализмом, культом силы; отрицанием нравственных убеждений и идеалов морального долга, личной ответственности; игнорированием социальных норм закона и другими.

Специфика экстремистской идеологии состоит в идее исключительности этой идеологии, она претендует на статус последней и нерушимой истины. При этом ко всем прочим идеологиям демонстрируется острая нетерпимость, их представителей определяют как чужаков и врагов. Приверженцы экстремистской идеологии имеют установку на исправление людей и мира преимущественно деструктивными методами. Экстремистская идеология предполагает наличие сурового кодекса поведения и простых легко усваиваемых догм.

Современный экстремизм часто приобретает религиозный характер, о чем свидетельствует рост использования религиозных идей в идеологиях террористических организаций и групп. Однако экстремистские идеи вытекают не только из конфессиональной идентичности. Такие экстремистские проявления как национализм, ксенофобия, нигилизм, радикализм могут брать начало в принадлежности к нерелигиозным ценностно-мировоззренческим системам.

Факторы и причины молодежного экстремизма имеют как внутреннюю, так и внешнюю природу. К внутренним факторам можно отнести кризисное состояние экономики, резкое падение жизненного уровня большинства населения, изменение нравственно-ценностных ориентаций, низкий уровень образованности, ощущение правовой незащищенности и общая обеспокоенность молодых людей своим нынешним положением. К внешним – рост политического радикализма как способа политической борьбы, возникновение феномена международного терроризма, усиливающаяся культурная унификация.

В связи с этим необходимы комплексные меры в сфере безопасности по профилактике экстремизма и терроризма, направленные на самую уязвимую группу – молодых людей, и, в первую очередь, на студенческую молодежь Северного Кавказа.

Следует признать, что в поликультурной и поликонфессиональной молодежной среде наиболее эффективны информационно-пропагандистские меры (меры по вскрытию сущности и разъяснению опасности терроризма, оказанию воздействия на граждан (групп молодежи) с целью воспитания у них неприятия идеологии насилия и привлечения их к участию в противодействии терроризму); культурно-образовательные (меры по формированию социально значимых ценностей в обществе и воспитанию культуры межэтнического и межконфессионального взаимодействия).

У молодых людей присутствует непринятие терроризма в той или иной форме, однако уровень представлений о сущности терроризма является средним. Представляется целесообразным развитие просветительских программ по противодействию терроризма в молодежной среде, необходимых для формирования поколения, которое рационально, а не эмоционально понимает, что такое терроризм, в чем его основные угрозы и как эффективно бороться с этим асоциальным явлением.

Поддержанию достигнутой стабильности в сфере межнациональных отношений и конфессиональной ситуации на Северном Кавказе может способствовать выполнение ряда рекомендаций, которые могут быть адресованы органам власти и управления, а также институтам гражданского общества, общественным организациям.

В их числе: обеспечение функционирования и регионального наполнения государственной системы мониторинга состояния межэтнических и межконфессиональных отношений, разработанной Федеральным агентством по делам национальностей. Возможно также интегрировать в систему мониторинга органы местного самоуправления и институты гражданского общества (национально-культурные организации, национально-культурные автономии, этнические и межрелигиозные советы, советы казачества) в целях оперативного выявления потенциально конфликтных ситуаций, проявлений религиозного и этнического экстремизма, выработки мер по их урегулированию (нейтрализации). Важно поддерживать традиционно сложившийся в СКФО баланс интересов этнических сообществ при нейтрализации конфликтогенного потенциала для предотвращения этнических и конфессиональных интерпретаций общесоциальных, бытовых противоречий. Актуальной представляется активизация участия религиозных лидеров в разоблачении радикальных вероучений, сектантства, социальных девиаций.

Важную роль играет деятельность органов местного самоуправления по осуществлению мер, направленных на укрепление межэтнического и межконфессионального согласия, сохранение и развитие языков

и культуры народов Российской Федерации, профилактику межэтнических конфликтов, проявлений национализма и ксенофобии в муниципальных образованиях. Поскольку многие конфликты начинаются в информационном пространстве, следует обеспечить расширение информационно-методического сопровождения деятельности органов исполнительной власти и местного самоуправления по реализации приоритетных направлений в Стратегии государственной национальной политики Российской Федерации на период до 2025 года.

Эффективной мерой может стать практика создания консультативно-совещательных органов по вопросам гармонизации межэтнических отношений с участием экспертов, представителей общественности, руководителей органов образования, в том числе, этнических сообществ, проживающих на территориях муниципальных образований, а также расширение сети домов дружбы, центров национальных культур как муниципальных и государственных учреждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года // URL: https://www.socionauki.ru/almanac/noo21v/number_2/5_3.pdf (дата обращения: 15.10.2017).

Стратегия государственной национальной политики Российской Федерации на период до 2025 года // URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/knigi/zakon/zakon0103.html> (дата обращения: 15.10.2017).

К ВОПРОСУ О ВЕРОВАНИЯХ ДРЕВНИХ ПАСТУХОВ БРОНЗОВОГО ВЕКА: БРОНЗОВЫЙ СОЛЯРНЫЙ ГЛАЗ И КОСТЯНОЙ МОЛОТОЧЕК

Л.С. Ильюков

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
ilyukov@ssc-ras.ru

Реконструкция верования пастухов бронзового века, занимавших донские степи, сопряжена с рядом трудностей. Археологические источники не однозначны. Только комплексный подход может дать надежду на успех в решении этой проблемы.

В 1967 г. в журнале «Наука и жизнь» появилась маленькая, но яркая заметка о булавках бронзового века автора Л.С. Клейна. Он бегло перечислил ряд версий об их назначении. Это и застежка для одежды, и заколка для прически, и даже – инструмент для изготовления рыболовной сети. Он приводит мнение польского археолога Э. Маевского, что булавка являлась амулетом. Предположение Э. Маевского опиралось на сопоставление булавок с лабрисами, которые являлись двулезвийными топорами у критян и микенцев. Однако наивершие булавки имело пару полусферических, а не плоских выступов. В конце заметки Л.С. Клейн с удивлением отмечает, что молоточек булавки иногда был спрятан между бронзовыми бляхами. Ему показалось странным, что «самая бросающаяся деталь украшения оказалась замаскированной» [Клейн, 1967].

За последние десятилетия открыты десятки степных погребальных комплексов, в которых обнаружены костяные булавки и бронзовые полусферы с нанесенным на их поверхность орнаментом.

Рассмотрим Северо-Восточное Приазовье, в котором исследован ряд курганных могильников, содержащих могилы, в погребальном инвентаре которых представлены молоточковидные булавки. В качестве примера мы рассмотрим три относительно синхронных комплекса из кургана 30/10 в курганном могильнике Высочино VII/10, который расположен на водоразделе Дона и Кагальника. Погребения расположены в западной части кургана по дуге вокруг центра, связанного с древнейшим захоронением [Беспалый, Лукьяшко, 2008].

Курган 30/10 погр. 7. Катакомба Н-видной формы. Прямоугольный колодец длинной осью ориентирован по линии ВСВ-ЮЗЗ. Поперек него, на глубине 6,83 м, в дне вырублен прямоугольный лаз со ступенчатым дном,

который вел в камеру, расположенную под южной стенкой колодца. Вдоль поперечной, восточной стенки колодца расположена узкая ступень шириной 0,25 м. В глубине камеры был похоронен взрослый человек в скорченном виде на правом боку, головой ориентированный на ЮЗ, спиной повернутый в сторону входа в камеру. Вдоль правой руки находилась костяная булавка. Ее молоточковидное навершие находилось между двух одинаковых бронзовых полусферических блях, украшенных одинаковым пуансонным орнаментом. Крупная крестовидная фигура по нижнему краю окольцована ободком. На вершине полусферы, через центр креста было пробито отверстие для крепления бляхи к навершию булавки. При помощи тонкого кожаного ремешка обе бронзовые полусферы, украшенные солярным орнаментом, соединялись на вершине булавки, скрывая ее костяные молоточки.

Курган 30/10 погр. 6. Катакомба Н-видной формы. Прямоугольный колодец длинной осью ориентирован по линии ВСВ-ЮЗЗ. Поперек него, на глубине 6,7 м, в дне был вырублен подпрямоугольный лаз с покатым дном, который обрывался ступенью у входа камеру, расположенную под юго-восточной стенкой колодца. Овальная камера ориентирована длинной осью по линии СВ-ЮЗ. На подстилке коричневого цвета лежал скелет ребенка (до двух лет). Под черепом прослежен слой от травяной подушки. Ребенок был похоронен в скорченном виде на правом боку, головой ориентирован на СВ. Около грудной клетки найдена бронзовая скорлупообразная бляха с пуансонным орнаментом в виде концентрических окружностей, вписанных меньшая в большую окружность. В центре бляхи чеканом пробито квадратное отверстие под ремешок. Около бляхи найдены мелкие фрагменты костяной булавки. Рядом с бляхой обнаружена серебряная спиралевидная подвеска. Здесь же найдено 19 бусин, выточенных из стенок раковины.

Курган 30/10 погр. 5. Катакомба Т-видной формы. Широкий прямоугольный колодец длинной осью ориентирован по линии С-Ю. На глубине 6,7 м расположены заплечики. Ниже заплечиков в дне вырублен прямоугольный лаз, ориентированный длинной осью по линии С-Ю. Он вел в камеру, расположенную в узкой, северной стенке колодца. Дно лаза ступенчатое, перед входом в камеру расположен порожек, который обрывался ступенькой высотой 0,08 м. Вход в камеру был закрыт плахами. Камера в плане имеет полуовальную форму, длинной осью она ориентирована по линии В-З. Ее дно было покрыто коричневым тленом и мелом, поверх их отмечены пятна реалъгара. В центральной части камеры на подстилке лежал скелет ребенка (около двух лет) в скорченном виде на правом боку, головой ориентированного на З. В юго-западном углу камеры у входа находился скелет ягненка, ориентированного черепом на СВ. И фрагмент жаровни из стеки сосуда и древесные угольки.

В юго-западном углу обнаружена серебряная спиралевидная подвеска в 2,5 оборота. Две аналогичные серебряные подвески найдены около черепа погребенного. У левой плечевой кости обнаружены две бронзовые скорлупообразные бляхи с пуансонным солярным орнаментом. Между ними находилось навершие костяной булавки, украшенной резным орнаментом. Рядом с бляхами найдены два предмета из сидерита сферической формы с полусточенными стенками и песчаниковая плитка. Около коленей были оставлены небольшие птичьи кости. Их эпифизы обломаны. В средней части костей сохранились отпечатки ниток, прокрашенных черной краской. Вероятно, кости попарно были связаны. Количество пар не известно.

Эти погребения относятся к раннекатакомбной приазовской культуре. В этих погребениях детей и взрослых, совершенных по одному погребальному ритуалу, не было глиняной посуды с погребальной едой. В одном случае в могилу на фрагменте горшка был внесен огонь домашнего очага. В этих погребениях найдены три культовых предмета – три костяных (роговых?) булавки, которые сопровождалась бронзовыми полусферами с орнаментом, которые были связаны с древним культом, связанным с переходом умершего в иной мир.

В последнее время наметилась тенденция к поискам решений по данной проблеме. С одной стороны, выявление ряда общих моментов в развитии культуры, поиски исторических корней в мифах и сказаниях, истоки которых теряются в очень далеком прошлом. Пласт древних сказаний связан с пастушеским миром, который был связан с народами циркумпонтийской провинции, базировавшейся на археологических культурах в Европе и в части Азии в III–II тыс. до н. э. На первой фазе ее развития в южнорусских степях появляется колесный транспорт и распространяется скотоводство. Вероятно, в этот период складываются различные пастушеские обряды, которые в дальнейшем трансформируются и видоизменяются. По-видимому, к этому периоду относится формирование пантеона богов, который состоял ... из великанов. И среди них был бог пастухов, который в мифологии греков доживает до исторического времени в образе великана. Он обитает в пещере и пасет стадо овец, которых выгоняет на пастбище и пользуется пастушьей палкой с крючком на конце. Такие палки сохранились до наших дней, их называют герлыгами. Ею нерасторопный пастух легко мог поймать за заднюю ногу любую овечку. Великан имел только один круглый глаз, расположенный на лбу. Герой, попавший к нему в плен, мог освободиться от великана, только ослепив его единственный глаз. В этом божественном мире все было великим: от циклопа до дерева, настоящего древа, по которому можно было легко попасть в верхний мир, населенный великанами. Молоточковидная булавка

являлась миниатюрной моделью Мирового древа, которое соединяло Небо и Землю. Она являлась мостом между мирами, посредником между верующим и божеством [Кияшко, 1992]. Костяные амулеты с полусферическими молоточками являлись символическими Мировыми древами, которые пастухи носили на груди, в качестве фетишей. В.Я. Кияшко для оценки булавок проводит интересную параллель между булавкой и фольклорным образом русских сказок – костеногой Бабой-Ягой. Она изначально костеного, потому что она мертвец или змей, ее образ возник из натуральной кости конечности – «навьей косточки» [Кияшко, 1992]. Костяная булавка являлась материальным воплощением пастушеского бога, на вершине которого находилось солнечное светило, материализованное в солярный символ, – круглоглаз, который находился на лбу божественного персонажа.

Вероятно, по мере развития культуры ее символы видоизменялись. Так, «голый» стержень булавки со временем оброс змеиными лентами зигзага. Скорлупки поначалу были тонкими и украшались пуансонным орнаментом, в дальнейшем их стали отливать.

В погребении полусферы с солярным орнаментом составляли шаровидный футляр. Эти футляры иногда (Суворовский, Пробужденковский могильники) распадались на две половинки, между ними находилось навершие булавок. Шаровидный футляр, покрытый солярным орнаментом, являлся символическим изображением солнца! [Ильюков, 2013]. Интересно, что золотые фигурки на майкопском балдахине имели на лбу изображение солнца, – «солярный глаз» на лбу животного [Ильюков, 2017].

На вершине символического древа находился солярный символ. Ослепить его было только под силу пастушьей палке. В мифе о Полифеме пастушья палка лишается своего крючка, и теперь ею можно было ослепить хозяина отары – великана-пастуха.

Согласно древнейшим сказаниям, солнце являлось глазом Варуна, Ормузда или Одина [Долгат, 1972].

Л.Л. Селиванова считает, что одним из первых поколений богов являлись боги-великаны, среди которых особое место занимали циклопы [Селиванова, 2003]. Образ великана-пастуха в эпических сказаниях народов Кавказа очень размыт. В кавказских сказаниях, чтобы укротить великана, герой использует кол, которым является шампур, и втыкает его в глаз спящему великану. В греческом мифе герой отрезает у пастушьей палки крюк, конец ее он затачивает, превратив ее в кол, и ею ослепляет спящего великана. В итоге всегда получается кол, которым герой жалит (ослепляет) великана, но не убивает его. Пастушья палка и шампур – это разные атрибуты, связанные с разными версиями развития религиозных представлений в среде пастушеских народов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Беспалый Е.И., Лукьяшко С.И. Древнее население междуречья Дона и Кагальника. Курганный могильник у с. Высочино. Т. I // Материалы и исследования по археологии Юга России. Вып. I. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. 224 с.

Долгат У.Б. Героический эпос чеченцев и ингушей. М.: Наука, 1972. 469 с.

Ильюков Л.С. Загадочные полусферические бляхи из Дагестана // Ахульго. 2013. № 2 (14). С. 46–49.

Ильюков Л.С. К истокам сказаний народов Кавказа о пастухе Одноглазе // Татьяна Павловна Хлынина. IN MEMORIAM. Сборник статей и материалов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. С. 309–315.

Кияшко В.Я. К вопросу о молоточковидных булавках // Донские древности. Вып. 1. Азов: Азовский краеведческий музей, 1992. С. 4–57.

Клейн Л.С. Маленькие загадки истории: костяной молоточек // Наука и жизнь. 1967. № 3. С. 142, 143.

Селиванова Л.Л. Сравнительная мифология. Мифы о возрождении в древнем мире. Античный мир. Ч. II. М.: ИВИ РАН, 2003. 261 с.

РЕГЛАМЕНТИРОВАННОЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЕ СНАБЖЕНИЕ НА ЮГЕ РСФСР В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ (1941–1945)

Е.Ф. Кринко

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
krinko@mail.ru

С начала Великой Отечественной войны продовольственные возможности СССР резко ухудшились. Из западных областей не удалось вывезти более 70 % мобилизационных запасов. В 1941–1942 гг. страна лишилась почти половины посевных площадей. До войны в оккупированных районах производилось 38 % зерна и 84 % сахара [Вознесенский, 1947, с. 42]. К тому же на фронт была мобилизована большая часть трудоспособного мужского населения и техники села. Все это вело к сокращению урожая сельскохозяйственных культур. В 1942 г. валовой сбор зерна составил всего 38 %, а 1943 г. – 37 % от довоенного уровня. Напротив, потребности страны в продовольствии в связи с необходимостью содержать действующую армию существенно возросли.

Даже на хлебном юге РСФСР практически с первых дней войны возникли очереди в сотни человек за хлебом, которого катастрофически перестало хватать вследствие увеличения военных поставок [Кубань, 2005а, с. 29]. В августе 1941 г. Сочинский горком ВКП(б) сообщал, что в городе ежедневно 2,5–3 тыс. чел. не достается хлеба: «Это порождает огромные очереди, которые выстраиваются с 3–4 часов утра, и вызывает ухудшение политико-морального настроения населения». Секретарь Кропоткинского райкома ВКП(б) и председатель райисполкома докладывали руководству Краснодарского края о том, что в местах торговли хлебом скапливаются огромные очереди от 600 до 1 тыс. чел., «которые получают возможность купить хлеб только через двое-трое суток; среди покупателей хлеба в очередях постоянные скандалы; к руководителям города и района ежедневно поток жалобщиков по вопросу хлеба, особенно семей призванных в РККА, главным образом многодетных» [Кубань, кн. 1, 2005, с. 53].

Цены на основные продовольственные товары стали расти. Только за первый месяц войны цены на муку выросли более чем на 20 %, на молоко – на 25 %. В результате советское руководство перешло к централизованному нормированному распределению продовольствия для населения. Следует отметить, что также поступили в годы Второй мировой войны правительства Германии, Великобритании, США, Канады, Японии и большинства других воевавших государств. В Советской России карточная система действовала практически с первых дней ее существования, была отменена в годы нэпа, вновь введена в условиях форсированной индустриализации и в очередной раз официально отменена в 1935 г. Однако в условиях постоянных кризисов снабжения второй половины 1930-е гг. карточки неоднократно вводились в отдельных регионах страны. Таким образом, советское руководство пошло по уже испытанному пути.

Осенью 1941 г. во всех краях, областях и республиках юга РСФСР были введены карточки на хлеб, сахар, мясо, жиры, кондитерские и макаронные изделия. Это позволило уменьшить очереди и упорядочить продажу хлеба. Однако карточки выдавались только жителям городов и рабочих поселков, а на селе лишь работникам предприятий тяжелой и оборонной промышленности и транспорта, а также специалистам, не связанным с сельским хозяйством (учителям, врачам, агрономам и другим). Остальные сельские жители карточек не получали. Это вызывало их недовольство, особенно у тех из них, которые работали на заводах и транспорте. Так, кондуктора железнодорожной станции Тихорецк Кравцов и Борисенко задавались вопросом, почему их «отделяют от других рабочих, которые живут в городах?». Начальник кондукторского резерва, член ВКП(б) Агарков заявил, что этим разделением вызывается вражда между жителями города и станиц [Кубань, кн. 1, 2005, с. 55].

По нормам снабжения все население делилось на несколько групп: рабочие и приравненные к ним лица, служащие и приравненные к ним лица, иждивенцы, дети до 12 лет включительно. Рабочие, инженерно-технические работники и приравненные к ним лица, а также их иждивенцы обеспечивались хлебом по двум категориям. Рабочие и ИТР предприятий военно-промышленного комплекса, важнейшихстроек, фабрик, заводов, шахт, рудников, приисков и строек по карточкам 1-й категории получали 800 г хлеба, работники подсобных и обслуживающих предприятий по карточкам 2-й категории – 600 г хлеба в день. Служащие по карточкам 1-й категории получали 500 г, по карточкам 2-й категории – 400 г хлеба в день. Иждивенцы и дети

до 12 лет получали по 400 г хлеба. На продовольствие, реализуемое по карточкам, были установлены фиксированные цены.

Повышенные нормы снабжения были установлены для рабочих и инженеров предприятий ведущих отраслей, перечень которых был закреплен постановлением СНК СССР от 4 декабря 1941 г. В целях стимулирования производительности труда с мая 1942 г. рабочие, выполнявшие и перевыполнявшие нормы выработки, получали второе горячее питание. Дополнительное питание выдавали железнодорожникам и плавсоставу морских и речных судов во время пребывания в пути. Для руководящих советских и хозяйственных работников также было введено второе горячее питание, обеды, сухие пайки, усиленное диетическое питание, карточки на ужины, бесплатные завтраки. В то же время с осени 1942 г. администрация предприятий получила право снижать нормы питания недобросовестным работникам. Рабочим, совершившим прогул и по приговору отбывавшим наказание в порядке исправительно-трудовых работ, норма отпуска хлеба снижалась на 100–200 г. Но директора предприятий могли восстанавливать выдачу хлеба в полном объеме тем, кто в течение месяца добросовестно относился к работе и выполнял нормы выработки.

С 9 марта 1942 г. академикам и членам-корреспондентам, лауреатам Сталинской премии, заслуженным деятелям науки, техники и искусства, народным артистам СССР и союзных республик выдавались продовольственные карточки по норме рабочих особого списка и обеды из такого же набора продуктов, а также 300 г шоколада и 500 г какао или кофе в месяц. Профессорам, докторам наук, доцентам, заведующим кафедрами, старшим научным сотрудникам, директорам вузов и научно-исследовательских институтов, научным сотрудникам академий наук и архитектуры, докторантам – Сталинским стипендиатам, заслуженным артистам, артистам цирка и балета, членам союзов советских писателей, художников, архитекторов и композиторов выдавались продовольственные карточки по норме промышленных рабочих и обеды из такого же набора продуктов. Дополнительно интеллигенции со 2 июля 1942 г. стали выдавать 200 г хлеба к обеду. Для работников науки, литературы и искусства в крупных городах были организованы закрытые специальные магазины и столовые.

Особое внимание уделялось снабжению детских и лечебных учреждений, детей, беременных женщин и кормящих матерей. Для учащихся школ ФЗО и ремесленных училищ действовало трехразовое питание. Во всех школах городов и в рабочих поселках были введены завтраки, для которых без карточек ежедневно, включая праздничные дни и дни каникул, отпускались 50 г хлеба, а в дни занятий 10 г сахара к чаю в день на каждого школьника.

В последнем квартале 1941 г. в Краснодарском крае выдавали 751,7 тыс. хлебных карточек (в том числе 273,9 тыс. рабочим и служащим, 477,8 тыс. иждивенцам и детям), в Кабардино-Балкарской АССР – 103,6 тыс. (в том числе 42,8 тыс. рабочим и служащим, 60,8 иждивенцам и детям). Перед вторжением противника летом 1942 г., в Орджоникидзевском (в настоящее время – Ставропольском) крае выдавали 466,1 тыс. хлебных карточек (в том числе 157,1 рабочим и служащим, 309 тыс. иждивенцам и детям), в Сталинградской области – 1034 тыс. (в том числе 455,7 тыс. рабочим и служащим, 578,3 тыс. иждивенцам и детям), в Ростовской области – 740,7 тыс. (в том числе 226,6 рабочим и служащим, 514,1 иждивенцам и детям). В Калмыцкой АССР выдавали 33,7 тыс. хлебных карточек (в том числе 12,9 тыс. рабочим и служащим, 20,8 тыс. иждивенцам и детям), в Кабардино-Балкарской АССР – 120,3 тыс. (в том числе 42,5 тыс. рабочим и служащим, 77,8 иждивенцам и детям), в Северо-Осетинской АССР – 157,3 тыс. (в том числе 55,8 тыс. рабочим и служащим, 101,5 тыс. иждивенцам и детям), в Чечено-Ингушской АССР – 204 тыс. (в том числе 69,3 тыс. рабочим и служащим, 134,7 тыс. иждивенцам и детям), в Дагестанской АССР – 216,4 тыс. (в том числе 90 тыс. рабочим и служащим, 126,4 тыс. иждивенцам и детям) [РГАЭ, л. 4, 7–8].

Несмотря на предпринимаемые меры, значительная часть населения в годы войны вела полуголодное существование. Отоваривание карточек происходило со значительными перебоями из-за недостаточности продовольственных фондов. Уже в середине октября 1941 г. возникли перебои в торговле хлебом в Краснодаре, поскольку торговые организации «расходуя хлеб для снабжения проходящих воинских частей, не приняли мер к увеличению выпечки хлеба». Ежедневно оставались не отоваренными карточки на 15 т хлеба, у магазинов скапливались огромные очереди. Только после вмешательства уполномоченного Комитета партийного контроля при ЦК ВКП(б) выпечка хлеба была увеличена, организована продажа муки по карточкам, а виновные руководители привлечены к ответственности [Кубань, кн. 1, 2005, с. 91]. В январе и феврале 1943 г. в Сочи населению не выдали по хлебным карточкам более 200 т хлеба вследствие отсутствия фондов [Кубань, кн. 2, 2005, с. 130].

Свою роль играли и значительные правонарушения в сфере действия нормированного снабжения – хищения карточек в типографиях, карточных бюро, на предприятиях, в учреждениях и домоуправлениях, в магазинах и в контрольно-учетных бюро. Работники карточных бюро и домоуправлений, призванные контролировать выдачу карточек, присваивали карточки отъезжавших граждан, выписывали их на вымышленных и умерших

лиц. В магазинах составлялись фиктивные акты на уничтожение талонов на хлеб и другие продукты, повторно использовались уже отоваренные карточки, а похищенные продукты перепродавались по рыночным ценам. Карточки подделывались, поскольку из-за нехватки узорной бумаги их печатали нередко на писчей и даже газетной бумаге. Только в Сталинграде с момента введения нормированного распределения в 1941 г. было осуждено 116 чел. по делам, связанным с карточной системой и хищением продовольственных товаров, а в 1942 г. – 45 чел. [Сталинградская битва, 2012, с. 294].

В целом нормированное снабжение сыграло немаловажную роль в обеспечении значительной части советского населения минимумом продуктов питания. Тем не менее оно не смогло обеспечить полностью потребностей населения. Голод в годы войны стал одной из главных причин высокой смертности. Массовый характер приобрели туберкулез, цинга, дистрофия и другие заболевания, вызванные снижением иммунитета вследствие недостатка продуктов питания. Систематическое недоедание характеризует положение представителей самых различных слоев населения, включая и сотрудников правоохранительных органов. В докладной записке о состоянии органов милиции Краснодарского края за апрель 1943 г. заместитель начальника УНКВД полковник милиции А.Г. Сергеев отмечал, что в городах Сочи и Туапсе создается серьезное положение с продуктами питания, нормы выдачи хлеба сократились на 50 %: «Отдельные работники обессилевают, болеют. В результате чего отдельные работники высказывают недовольство». Одним из его проявлений стало стремление милиционеров уйти на фронт, поскольку нормы снабжения там были выше, чем в тылу. Так, командир отделения дивизиона службы г. Сочи кандидат в члены ВКП(б) Писанков заявил заместителю начальника по политчасти Бувскому: «Почему нас не отпускают в Красную армию? Лучше нам умереть за Родину, чем здесь умереть с голоду» [Кубань, кн. 2, 2005, с. 214–215].

Только с конца 1943 г. началось постепенное снижение цен на колхозных рынках, а продовольственная ситуация несколько улучшилась. С 1944 г. начался подъем сельскохозяйственного производства, но в 1945 г. его валовая продукция составила лишь 60 %, а продукция земледелия – 57 % от довоенного уровня [Великая Отечественная, 1985, с. 645]. С 15 апреля 1944 г. была открыта коммерческая торговля, но ее удельный вес в розничной торговле страны оставался невысоким. Окончательно карточная система в СССР была отменена только в 1947 г., через два года после войны.

Статья подготовлена в рамках гранта Российского научного фонда «Войны и население юга России в XVIII – начале XXI в.: история, демография, антропология (проект № 17-18-01411)».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Великая Отечественная война 1941–1945: энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1985. 832 с.
- Вознесенский Н. Военная экономика СССР в период Отечественной войны. М.: Госполитиздат, 1947. 192 с.
- Кубань в годы Великой Отечественной войны 1941–1945: Рассекреченные документы. Хроника событий. В 3 кн. Кн. 1. Хроника событий 1941–1942 гг. 2-е изд. Краснодар: Советская Кубань, 2005. 816 с.
- Кубань в годы Великой Отечественной войны 1941–1945: Рассекреченные документы. Хроника событий. В 3 кн. Кн. 2. Ч. 1. 1943. 896 с.
- Российский государственный архив экономики (РГАЭ). Ф. 1562. Оп. 20. Д. 328.
- Сталинградская битва. Июль 1942 – февраль 1943: энциклопедия. 5-е изд., испр. и доп. Волгоград: Издатель, 2012. 800 с.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗУЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ ИМПЕРСКОГО ПЕРИОДА В СОВРЕМЕННОЙ ИСТОРИОГРАФИИ

М.Н. Крот

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
Институт истории и международных отношений ЮФУ, г. Ростов-на-Дону
mnkrot@sfnedu.ru

Национальный вопрос стал одним из наиболее острых и значимых вызовов, с которым столкнулось Российское государство в эпоху Нового времени. Стремительное расширение территории страны, строительство имперского пространства, включение в его состав областей и государственных образований, находящихся на различных уровнях политического и социокультурного развития, требовали от российского правительства выработки разнообразных алгоритмов управления национальными окраинами, принятия различных управленческих решений, формирования комплекса доктрин и стратегий в отношении разноформатных имперских объектов.

Одновременно с этим национальный дискурс на протяжении XIX столетия становился составной частью российской интеллектуальной традиции, привлекая к себе внимание представителей различных направлений общественной мысли. Перспективы дальнейшего развития гетерогенного по своей сущности государственного образования, коим стала осознаться Российская империя в этот период, становятся объектом всестороннего интеллектуального осмысления. Позиции российских общественных деятелей по данному вопросу, с одной стороны, определялись политическими пристрастиями ее конкретных представителей, а с другой – были своеобразной интеллектуальной реакцией на действия имперских властей.

Политика российского правительства в отношении национальных окраин в имперский период и национальный вопрос в русской общественной мысли привлекали внимание большого количества отечественных и зарубежных исследователей. В настоящее время можно говорить о высокой степени разработанности различных аспектов данной проблематики. Но при этом данные аспекты, имеющие тесную внутреннюю взаимосвязь, в отечественной и зарубежной исследовательской практике рассматривались изолированно друг от друга, зачастую в контексте решения других исследовательских задач.

В последние десятилетия в отечественной историографии развернулась полемика о терминологическом определении проблемы. Ряд исследователей высказывают сомнения в правомерности использования термина «национальный» применительно к проблеме взаимодействия имперского центра и окраин [Семенов; Кэмпбелл, 2001].

В отечественной исторической науке было предпринято несколько попыток целостного рассмотрения национальной политики в Российской империи такими исследователями, как В.В. Трепавлов, С.Г. Агаджанов, А.В. Никонов, А.И. Никулин, проведенных как в рамках самостоятельных исследований, так и в контексте рассмотрения иных проблем. Поставленные данными авторами цели нельзя признать в полной мере реализованными, поскольку их исследования зачастую представляли собой обзоры разноплановых мероприятий имперских властей в отношении национальных окраин без попытки целостного теоретического осмысления их характера.

В наибольшей степени по тому пути продвинулся В.С. Дякин, чья незавершенная работа, посвященная национальному вопросу во внутренней политике самодержавия, была подготовлена к печати И.В. Лукояновым [Дякин, 1998]. В данной работе исследователь выделял официально-охранительное и имперско-либеральное направления национальной политики царизма, лавирование между которыми проявлялось в сочетании в этнополитике империи консервативного курса и частичных уступок требованиям отдельных народностей.

Б.Н. Миронов в своих фундаментальных исследованиях, посвященных социальной истории России, предпринял попытку выделить основные принципы национальной политики, к которым он относил юридическое или фактическое сохранение статус-кво в отношении социально-политических особенностей национальных окраин, широкое сотрудничество центрального правительства с нерусскими элитами, предоставление правовых преимуществ некоторым группам нерусского населения империи, отказ от этнических ограничений для продвижения по социальной лестнице. Всё это, по мнению исследователя, вело к достаточно успешной интеграции национальных окраин в состав империи [Миронов, 2003].

Зарубежные исследователи, характеризуя национальную политику Российского государства, отмечали ее двойственность, указывая, что до XIX века она носила «органический» характер, основываясь на договорной системе, а позднее вошла в русло европейского колониализма, основанного на «европоцентристском чувстве превосходства», осуществлявшего цивилизаторскую миссию путем непосредственного управления национальными окраинами [Каппелер, 2000].

Ряд современных исследователей рассматривают национальный вопрос в Российской империи в контексте изучения причин, характера и способов преодоления межэтнических конфликтов, а также столкновений между окраинными сообществами и имперскими властями. В рамках изучения социально-культурной антропологии национальных сообществ, а также через анализ анатомии распада полиэтничного государства предпринимается попытка проанализировать поведение имперских властей в экстремальных условиях конфликта и выявить факторы, делающие центробежные процессы необратимыми [Тишков, 1996, 2003; Гатагова, 1998, 2001].

Основным направлением исследований национального вопроса в России является изучение взаимодействия имперского центра с отдельными окраинами, через анализ которого предпринимаются попытки составить общее представление о способах решения национального вопроса в Российской империи в целом. В этом отношении обращает на себя внимание монография Л.Е. Горизонтова, в которой автор стремится «осмыслить Россию как империю» через анализ решения польского вопроса российскими властями [Горизонтов, 1999]. В рамках изучения вопросов управления Сибирью и Дальним Востоком исследователями было высказано мнение о том, что в изучении истории окраин Российской империи необходимо основное внимание уделять характеристике структур и методов управления имперской периферией, что позволит реконструировать основные принципы и методы региональной политики на всей территории страны [Конев, 1995; Ремнев, 2004].

Имперское измерение российской истории отражено в серии исследований «Окраины Российской империи», реализовывавшихся под общим руководством А.И. Миллера, А.В. Ремнева, А. Рибера. В них проанализирована политика имперского правительства в отношении наиболее знаковых национальных окраин, взаимодействие с которыми отличалось заметной спецификой и представляло собой совокупность внутренне взаимосвязанных нормативно-правовых решений, административных и силовых мер, а также восприятия данных действий местным населением и его ответных реакций.

Особое место в указанном проекте занимает работа А.И. Миллера, представляющая собой обобщающее концептуально-методологическое исследование, стремящееся к отображению общих тенденций развития взаимодействия имперского центра и различных этнических групп [Миллер, 2006]. Помимо этого, в рамках данной серии рассматривались проблемы взаимоотношений имперского центра и Сибири, связывавшиеся с изучением особенностей формирования русско-сибирской локальной идентичности [Дамашек, Ремнев, 2007]; политика российского правительства в отношении западных окраин, включавших украинские, белорусские, польские и литовские земли [Западные окраины, 2007]; проблемы интеграции, Северного Кавказа в состав России, рассматривавшиеся через призму изучения кавказского фронта, ориентализма, исламского дискурса и других относительно слабо изученных аспектов кавказоведения [Северный Кавказ, 2007]; имперская политика в отношении центральной Азии [Центральная Азия, 2008] и Бессарабии [Кушко и др., 2012].

В последние годы исследовательский интерес к различным аспектам национальной политики Российской империи не ослабевает, что находит свое отражение в многочисленных публикациях по данной проблематике, преимущественно в виде статей. Несмотря на неоднократную постановку вопроса о необходимости комплексного исследования, посвященного анализу политики российского правительства в отношении национальных окраин в период империи, которое позволило бы проследить эволюцию управленческих практик, применяемых властями, выявить комплекс внешних и внутренних факторов, влиявших на них, ответить на вопрос о том, существовала ли устойчивая, внутренне цельная концепция решения национального вопроса, выработанная властями, либо она носила сугубо ситуативный характер, данная цель в настоящее время не достигнута, что стимулирует исследовательский интерес к данной проблематике.

Публикация подготовлена в рамках реализации проекта Российского научного фонда 17-78-20117 «Национальные окраины в политике Российской империи и русской общественной мысли».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гатагова Л.С. Кавказ после Кавказской войны: этноконфликтный аспект // Россия и Кавказ сквозь два столетия. СПб.: Журнал «Звезда», 2001

Горизонтов Л.Е. Парадоксы имперской политики. Поляки в России и русские в Польше (XIX – начало XX в.). М.: Индрик, 1999.

- Дамашек Л.М., Ремнев А.В. Сибирь в составе Российской империи. М.: Новое литературное обозрение, 2007.
- Дякин В.С. Национальный вопрос во внутренней политике царизма (XIX – начало XX вв.). СПб.: 1998.
- Западные окраины Российской империи. М.: Новое литературное обозрение, 2006.
- Каппелер А. Россия – многонациональная империя. Возникновение, история, распад. М.: Традиция – Прогресс-Традиция, 2000.
- Конев А.Ю. Коренные народы Северо-Западной Сибири в административной системе Российской империи (XVIII – начало XX вв.). М.: Координац.-метод. центр прикладной этнографии ИЭИА, 1995.
- Кушко А., Таки В., Гром О. Бессарабия в составе Российской империи (1812–1917 гг.). М.: Новое литературное обозрение, 2012.
- Кэмпбелл (Воробьева) Е.И. «Единая и неделимая Россия» и «Инородческий вопрос» в имперской идеологии самодержавия // Пространство власти: исторический опыт России и вызовы современности. М.: Московский общественный научный фонд, 2001.
- Миллер А. Империя Романовых и национализм. М.: Новое литературное обозрение, 2006.
- Миронов Б.Н. Социальная история России периода империи (XVIII – начало XX в.). Т. 1. СПб.: Дмитрий Була-нин, 2003.
- Ремнев А.В. Россия Дальнего Востока. Имперская география власти XIX – начала XX веков. Омск: Изд-во ОмГУ, 2004.
- Россия и Северный Кавказ: 400 лет Кавказской войны? / отв. ред. В.В. Трепавлов. М.: ИРИ РАН, 1998.
- Северный Кавказ в составе Российской империи. М.: Новое литературное обозрение, 2007.
- Семенов Ю. Этносы, нации, расы // URL: http://scepsis.ru/library/id_75.html (дата обращения: 14.10.2017).
- Тишков В.А. Реквием по этносу. Исследования по социально-культурной антропологии. М.: Наука, 2003.
- Тишков В.А. Концептуальная эволюция национальной политики в России. М.: ИЭА РАН, 1996.
- Центральная Азия в составе Российской империи. М.: Новое литературное обозрение, 2008.

ОБРАЗ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ РОССИИ: ЗОНА НЕБЛАГОПОЛУЧИЯ

О.И. Лепилкина

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН,
г. Ставрополь

На современном этапе развития общества как медиазависимого все большее значение имеет имидж тер-риторий, создаваемый средствами массовой информации вне региона.

Для исследования сущности образа Ставропольского края в информационном пространстве России источ-никовой базой исследования послужили федеральные медиа, освещавшие события в регионе в январе – июне 2017 года, с использованием данных известной информационно-аналитической системы «Медиалогия».

Параметрами анализа выявленных материалов были выбраны:

- интенсивность появления текстов;
- тональность публикаций;
- информационные поводы.

Динамика публикаций о Ставрополье в СМИ была в основном положительная, с пиком публикаций во второй половине мая. Ежедневно федеральные медиа размещали от 321 до 2364 материалов. Общее коли-чество – свыше 27 500. В среднем это давало неплохой результат – 160 сообщений в день.

В ТОП-10 наиболее активных (по количеству публикаций) СМИ вошли kp.ru, Новости регионов России (newsregions.ru), kremlinpress.com, Top Real Estate, findnews.ru, ИА Regnum, newstes.ru, unionnews.ru, Утренние новости (morning-news.ru), jjew.ru. Отметим, что среди них есть ресурсы, местом расположения IP-сервера

которых являются Германия (2-я и 5-я позиция в списке), США (7-я), Эстония (10-я). Самой активной была «Комсомольская правда», представлявшая в указанный период в полтора раза больше материалов о Ставрополье, чем ближайшее в списке СМИ. Корреспонденты регионального отделения издания (Беляева Алена, Ивершинь Анна, Гущина Татьяна, Дроботов Алексей) лидировали в указанный период в списке неанонимных авторов и активно включали жизнь края в общероссийскую информационную повестку дня.

«Комсомольская правда» лидировала и в группе традиционных СМИ, с большим отрывом от других. Редакция в среднем размещала в сутки 13 материалов. Два следующих в списке СМИ (rg.ru, kavpolit.com) в сутки в среднем давали всего по 1,2. Большая часть СМИ, в том числе телевизионные каналы, радиостанции, – размещали по 1 материалу в 2–3 дня. Практически такая же тенденция была на сайтах информагентств. Лучший результат – чуть больше 3 текстов в день (ИА Regnum), а в основном – менее одного, хотя, наверно, для агентств, ориентированных на мировую аудиторию, такие данные очень неплохи. Новостные агрегаторы тоже не отличались ровностью в интересе к Ставрополью: от 0,3 публикации в день (в среднем) до почти 5 (kremlinpress.com).

Информация о крае фигурировала также на сайтах органов власти, синодального комитета, партии Единая Россия, а также была представлена на сайтах Института религии и политики, Клуба шопоголиков, автомобилистов и т.д.

Таким образом, в целом можно говорить о достаточном присутствии региона в информационном общероссийском пространстве. Однако более важным параметром анализа является тональность этих публикаций. Медиалогия классифицирует их так, что в среднем в день выходило по тональности 40 негативных, 108 нейтральных и 12 позитивных сообщений. При этом позитивные материалы в течение всего периода шли достаточно ровно. Пик сообщений с негативной тональностью пришелся на вторую половину мая, когда публиковалась информация о подтоплениях в ряде районов края.

Медиалогия предлагает еще такой аспект анализа объекта, как МедиаИндекс. Он в принципе может колебаться в пределах от –1000 до +1000 для каждого сообщения в зависимости от тона упоминания. При анализе МедиаИндекса за период все индексы по всем сообщениям с упоминанием объекта суммируются. Чем выше индекс, тем более позитивно представлен объект в СМИ.

Медиаиндекс Ставропольского края до 15 мая включительно в 2017 году стабильно рос. Наиболее значительных показателей он достиг в конце апреля – 16 548,8. Положительные цифры сменились на отрицательные во второй половине мая, когда он достиг почти такого же количественного показателя со знаком минус – 15 084,8. В период, когда после обращения одной из жительниц региона к Президенту России во время Прямой линии повысился критический интерес федеральных СМИ к происходящему на Ставрополье, медиаиндекс, по данным Медиалогии, тем не менее, составил всего минус 1608 при в общем-то высоком количестве публикаций – 1569, т.е. в среднем индекс одной публикации равнялся показателю минус 1,02.

Анализ информационных поводов для публикаций о Ставрополье в федеральных медиа показал, что среди 10 лидеров по количеству сообщений четыре были связаны с затоплением в районах края и что ни один из информационных поводов не позволял рассчитывать на продвижение позитивного имиджа региона, поскольку фигурировали паводок, крушение вертолета, нападение на блогера, сенсационное травмирование девочки, действия боевиков и т.д.

Отдельное исследование было проведено по отражению ситуации на Ставрополье на сайте «Российской газеты». Исследование издания, которое ассоциируется с взвешенной информационной политикой, выявило, что в лучшем случае на 4 негативных публикации приходится две позитивных и что жители региона предстают в основном перед аудиторией аморальными и бездушными.

Анализ информационных поводов, являвшихся лидерами по позитивному медиаиндексу, показал, что практически все они тем не менее создают неблагоприятный образ края. В то же время лидеры среди выявленных позитивных информационных поводов не получили должного распространения в федеральных медиа: основное большинство нашло отражение в 1–2 публикациях. Подсчеты показали, что на 17 % позитивных от общего количества информационных поводов приходится всего около 3 % сообщений в федеральных медиа.

Таким образом, российская аудитория из современных федеральных медиа получает представление о Ставрополье как территории чрезвычайных ситуаций, происшествий, криминала и т.д.

Публикация подготовлена в рамках государственного задания по проведению фундаментальных научных исследований по проекту «Конфликтологические прогнозы и сценарии Юга России» (№ 0260-2014-0005).

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ КАК ФОРМАТ РЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

И.В. Митрофанова¹, Н.С. Колодько²

¹ Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН,
г. Ростов-на-Дону, Волгоград

² Волгоградский государственный университет, г. Волгоград
mitrofanova@volsu.ru, mrsbonk@yandex.ru

Кластерный подход к развитию территорий и инновационной деятельности во многих развивающихся странах уже получил широкое распространение. Эксперты оценивают мировой уровень кластеризации экономики в 50 %. Использование кластерного подхода к экономическому развитию страны обеспечивает прирост ВВП от 75 до 90 %. В России одним из условий повышения конкурентоспособности национальной экономики и интенсификации механизмов ГЧП названо развитие кластерной политики.

Приоритетным аспектом формирования кластерной политики в России становится видовой и отраслевой подходы (по видам экономической деятельности), которые определяют отраслевую специфику кластера и кластерообразующего предприятия. По данным Российской кластерной обсерватории, в числе основных типов кластеров: пилотные инновационные территориальные кластеры; промышленные кластеры как совокупность субъектов деятельности в сфере промышленности, связанных экономическими отношениями в различных сферах за счет территориальной близости; кластеры, поддерживаемые центрами кластерного развития [Корабейников, Спешиллов, 2009; Максимова, 2013]. В составе инфраструктуры промышленного кластера должно быть не менее одной образовательной организации, не менее 2-х объектов технологической инфраструктуры, необходимых для создания совокупности объектов в выбранной сфере промышленности. Сегодня в России функционирует 23 промышленных кластера, преимущественно размещенных в ПФО (9), ЦФО (5).

Наиболее значимую роль в развитии национальной экономики играют инновационные территориальные кластеры (ИТК), способные обеспечить устойчивый рост дохода отечественных предприятий, повысить степень переработки добываемого сырья, уровень импортозамещения и конкурентоспособности товаров и услуг. Формирование и развитие ИТК – эффективный механизм привлечения иностранных инвестиций и улучшения внешнеэкономической интеграции, что позволит модернизировать национальную технологическую базу, повысить качество и скорость экономического роста за счет приобретения и внедрения технологий, новейшего оборудования для необходимой работы, доступности современных методов управления [Королев, 2013; Морозова, 2013].

Результатом конкурса (2012 г.) на определение инновационных кластеров, к которым будут применены меры государственной поддержки, стал отбор 25 ИТК, расположенных на территориях с высокой концентрацией научно-технической и производственной деятельности, в числе которых наукограды, территории базирования ОЭЗ, ЗАТО. И сегодня в рамках данного конкурса продолжается господдержка ИТК в таких формах, как: субсидирование на развитие территориальных кластеров; софинансирование реализации мероприятий программ развития инновационных территориальных кластеров; привлечение государственных институтов развития к реализации программ развития ИТК; привлечение крупных корпораций.

Необходимость активизации кластерной политики осознается и региональными властями, что подтверждают приоритеты, заявленные в новых региональных стратегиях до 2030 г. Кластерный подход, как никогда, актуален и для регионов ЮФО, в составе которых 3 старопромышленных региона, хозяйственные комплексы которых нуждаются в реиндустриализации. Однако пока ни один инновационный кластер ЮФО в список пилотных проектов не вошел.

В Волгоградской области порядка 40 % валовой добавленной стоимости создается в промышленности, это выше, чем во всех других субъектах ЮФО. В регионе зарегистрировано 2 кластера: ИТК по производству современных строительных материалов и высокочистых химических продуктов на основе Светлоярского и Наримановского месторождений хлористого магния и химико-фармацевтический кластер, которые задекларированы в период формирования и развития пилотных информационных кластеров и развития кластерной политики на территории РФ (2012–2013 гг.), однако до сих пор не зарегистрированы в ГИС Минпромторга РФ, что свидетельствует об отсутствии активной деятельности.

Стратегией социально-экономического развития Волгоградской области до 2020 года и Стратегией социально-экономического развития ЮФО на период до 2020 года было инициировано создание еще нескольких кластерных образований на территории области, например, по альтернативной энергетике (создание комплексного производства поликремния и фотоэнергетических систем «Волжский кремний»), в рамках которого возможна организация производства солнечных модулей и полупродуктов для изготовления наукоемких технологий и оборудования для энергетике. Участниками кластера могут стать региональные предприятия текстильной, швейной и трикотажной отраслей, малый и средний бизнес, профессиональные образовательные организации, логистические центры. Реализация такого проекта позволит создать инновационное импортозамещающее производство на базе обанкротившихся предприятий.

Другое перспективное направление связано с созданием кластера информационных технологий. Сегодня в Волгоградской области активно идет процесс доработки данной концепции и наполнения ее конкретными инновационными проектами в сфере IT-технологий. Несмотря на то, что в регионе не представлено наукоемких высокотехнологичных предприятий в сфере информационных технологий, образовательный и бизнес-ресурсы могут стать ядром данного кластера.

Ряд крупных промпредприятий области находятся на грани вымирания и закрытия, производство переносят в другие города, необходимость в объединении крупных предприятий и мелких предпринимателей очевидна. Хорошие перспективы у строительного кластера, в регионе есть емкая минерально-сырьевая база. В частности, строительный кластер может стать результатом коллаборации деятельности таких предприятий, как ОАО «Волжский завод асбестовых технических изделий», ОАО «Волгоградский завод ЖБИ № 1», ОАО «Себряковцемент», ОАО «Фирма ЖБИ-6», ОАО «Себряковский комбинат асбестоцементных изделий», ООО «ВОЛМА», ОАО «Волжский абразивный завод» [Максимова, 2013].

Химическая промышленность региона – хороший ресурс развития кластерного подхода и успехи уже есть. Флагман российской хлорщелочной отрасли завод «Каустик» создал на базе кризисного советского предприятия частный химический кластер не только развития собственного производства, выстраивания новой инвестиционной модели, но и привлечения средств внешних резидентов. Суть инновационного подхода – использование продукции одного производства для последующей, более глубокой переработки, что позволяет увеличить эффективность всех участников (как внутри группы, так и сторонних резидентов). Предприятие при этом не только снижает собственные операционные расходы на инфраструктуру и логистику, но и сбывает часть своей продукции, а также приобретает необходимые для производства компоненты. Сегодня «Каустик» сохраняет свою долю на внутрироссийском рынке, при этом уже работающие производства, ориентированные на экспорт, создали основу для роста.

С подобным же синергетическим эффектом спланированы другие успешные производства внешних резидентов технопарка «Каустик»: «Волга-Индастри», «Силд Эйр Каустик» (корпорация SealedAir) и др. Задача на среднесрочную перспективу – дальнейшее развитие многопрофильного химического технопарка, для чего созданы сегодня все условия: собственная генерация тепловой и электрической энергии, богатые месторождения минерального сырья, развитая инфраструктура, разработка и ускоренное внедрение собственных научно-технических достижений и просчитанные управленческие решения. Выручка «Каустика» за 2016 г. превысила 16,6 млрд руб. (+17 %), прибыль превысила 2,8 млрд руб. (+42 %), отчисления в бюджеты всех уровней увеличились на 28,5 % [Малых, 2017].

Хорошие перспективы у алюминиевого кластера. Остановленный в 2013 г. из-за падения мировых цен на алюминий (с 2,2 до 1,8 тыс. долл. за т) по своему профильному производству (электролизеры, сплавы, алюминиевые порошки, пудры, пасты и др.), Волгоградский алюминиевый завод (ВГАЗ) частично возобновил работу в 2014 г., было налажено производство прокатного алюминия, встал вопрос о возобновлении выпуска обожженных анодов. В 2017 г. Правительство Волгоградской области и руководство группы компаний «РУСАЛ» договорились о создании в регионе производственного кластера на базе закрытого в 2013 г. Волгоградского алюминиевого завода (ВГАЗ, входит в РУСАЛ), причем РУСАЛ готов инвестировать в проект около 13 млрд руб. [Кисин, 2017].

На базе ВГАЗ будет сформирована «технологическая долина», в состав которой войдут предприятия по выпуску металлической продукции высоких переделов, строительных материалов, автокомпонентов, сооружений и конструкций на базе алюминиевого профиля. В условиях удаленности волгоградского предприятия РУСАЛ от основных внешних рынков Китая и США имеет смысл сосредоточиться как раз на выпуске продукции высокого передела, считают эксперты. В производство первичного алюминия и полуфабрикатов на ВГАЗе к 2018 г. будет инвестировано порядка 9,6 млрд руб., в производство продукции высоких переделов на территории долины – еще 2,7 млрд руб.

За счет кластера планируется создать 2–3 тыс. новых рабочих мест. Концепция проекта Волгоградской технологической долины – создание новых перерабатывающих производств в непосредственной близости

от производителя первичного алюминия с возможностью прямых поставок жидкого металла. За счет таких факторов, как рост цен на сырье и растущий мировой рынок автопрома, есть все шансы сделать продукцию будущей «технологической долины» достаточно востребованной, особенно на рынке Евросоюза [Волгоградский алюминиевый ... 2017; Кисин, 2017].

Формирование кластеров на территории Волгоградской области сталкивается с рядом проблем. Так, отсутствует гибкая система взаимодействия региональных органов власти с потенциальными участниками кластеров. Это обусловлено как отсутствием компетентных специалистов, которые отвечают за кластерную политику, так и в целом неэффективным государственным управлением в регионе, поскольку определяющим условием функционирования кластеров является наличие продуктивного взаимодействия с органами власти.

Развитие кластеров на начальном этапе требует финансовой поддержки со стороны бюджета субъекта, что на фоне растущей дефицитности бюджета Волгоградской области, то обеспечить помощь кластерам в части финансирования довольно затруднительно.

Многие предприятия региона подвергаются процедуре слияния и реорганизации, но без формирования кластеров, хотя в этот процесс могли бы быть вовлечены научно-исследовательские институты и высшие учебные заведения. В числе общих проблем: низкий уровень методической поддержки промышленных и территориальных кластеров, отсутствие системной кластерной политики (период активности в 2012–2013 и спад в 2015–2016 годах), административно-бюрократические барьеры, отсутствие стимулов для малого и среднего предпринимательства.

России и ее регионам необходима сбалансированная кластерная политика, направленная на развитие уже созданных кластеров, улучшение их организационной структуры и инновационной составляющей. Однако и массовое повсеместное создание кластеров нецелесообразно, так как недостаточно директивно объединить предприятия, необходимо обеспечить условия успешного функционирования, организационно-методическую и финансовую поддержку, иначе предприятия так и останутся «одиночками», лишь формально объединенными в кластер, без какого-либо синергетического эффекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Волгоградский алюминиевый завод восстанавливает производство в полном объеме // URL: <https://news.mail.ru/economics/29164259>

Кисин С. В Волгоградской области создадут «технологическую долину» // Эксперт Юг. 2017. № 5 (403). URL: <http://expert.ru/south/2017/05/v-volgogradskoj-oblasti-sozhdut-tehnologicheskuyu-dolinu>

Корабейников И.Н., Шешилов С.М. и др. Обоснование приоритетных направлений эффективного развития региональных кластеров различной типологии // Вестник ОГУ. 2009. № 5. С. 55–61.

Королев В.И. Инновационные территориальные кластеры: зарубежный опыт и российские условия // Российский внешнеэкономический вестник. 2013. № 11. С. 20–27.

Максимова Т.И. Специфика создания кластеров в Волгоградской области // Приволжский научный вестник. 2013. № 8–1 (24). С. 95–101.

Малых Я. От хлора к магнию через Китай // Эксперт Юг. 2017. № 1 (399). URL: <http://expert.ru/south/2017/01/ot-hlora-k-magniyu-cherez-kitaj>

Методические материалы по разработке и реализации программ развития инновационных территориальных кластеров и региональной кластерной политике / В.Л. Абашкин, Е.С. Куценко и др.; науч. ред. Л.М. Гохберг, А.Н. Клепач и др. М.: НИУ ВШЭ, 2016. 208 с.

Морозова Н.И. Инновационно-инвестиционная политика как ключевой элемент экономического роста и повышения качества жизни населения России // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2013. № 1 (22). С. 186–190.

Поручение Председателя Правительства РФ № ДМ-П8-5060 от 28.08.2012 // URL: <http://cluster.hse.ru/doc>

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЧАСТНЫХ ВОЕННЫХ КОМПАНИЙ РОССИИ

В.С. Семёнов

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
semenov_unc@mail.ru

Практика показывает, что нарастающее противостояние России с геополитическими конкурентами в значительной степени проявляется на юге страны. У южных границ или не так далеко от них развиваются два крупных конфликта – на Украине и в Сирии. В регионе концентрируются вооруженные подразделения, формируется материальная база и боевое обеспечение воинских частей, проходят реабилитацию участники боевых действий. Это позволило получать сведения и экспертные оценки не только из СМИ, но и в экспедициях ЮНЦ РАН от участников боевых действий и иных экспертов, обобщить и проанализировать ситуацию, связанную со становлением и деятельностью частных военных компаний, оценить необходимость и возможности их развития.

В условиях глобализации и геополитической трансформации в мире происходят кардинальные изменения военно-политической обстановки, порождающие концептуальные и практические изменения форм и методов противостояния стран-конкурентов, разнообразится арсенал нетрадиционных боевых действий. Теории войн нового поколения, а также выдвинутые западными специалистами концепции «гибридной войны» и «неограниченной войны», в которой, по их мнению, реализуются положения так называемой «доктрины Герасимова» [Morris, 2015, p. 6], констатируют интенсификацию, расширение сфер применения и сочетание военных и невоенных воздействий [Fox, 2017, p. 2–3]. Специалисты оценивают их соотношение как один к четырем и отмечают, что истинные цели и методы реализации подобных воздействий приобретают все более закамуфлированный, латентный характер.

Практика последних лет свидетельствует, что, несмотря на превалирование «мягкой» силы («цветных революций», манипулирование общественным сознанием, воздействие на компрадорскую часть элит и т.п.), решающая роль остается за «жесткой» силой. Однако требования к формам и методам ее реализации меняются: анализ военных действий в Сирии и других регионах демонстрирует рост удельного веса точечных, узконаправленных ударов и операций, относящихся в большинстве случаев к компетенции специальных подразделений. Многие из подобных воздействий имеют скрытый, зачастую не афишируемый характер. Поэтому к их выполнению все чаще стремятся привлечь формирования нерегулярных вооруженных сил, так называемых «частных военных компаний» (ЧВК).

На сегодняшний день под ЧВК понимают коммерческое предприятие, специализирующееся преимущественно на продаже клиентам тактической поддержки в боевых действиях, включая участие в оборонительных боевых операциях, сборе развединформации, планировании, военной логистике, консультировании и ряде иных функций. Также ряд исследователей относят к ЧВК военизированные структуры, предоставляющие услуги охраны и защиты физических лиц и объектов, т.е. частные охранные компании (ЧОК) [Коновалов, Валецкий, 2013, с. 6]. Они тоже занимаются кризисным менеджментом, оценкой рисков, консалтингом по безопасности и, аналогично ЧВК, обучением и тренировкой подразделений армии и полиции. Такое смешение функций ЧВК и ЧОК особенно наглядно, когда они используются в зонах боевых действий.

Создание российских ЧВК до недавнего времени считалось невозможным, поскольку согласно ст. 359 УК РФ участие в вооруженных конфликтах на территории другой страны наказывается лишением свободы до семи лет, а за вербовку, обучение, финансирование наемника, его использование в вооруженном конфликте или военных действиях – до 15 лет. Также сдерживает развитие ЧВК ст. 208 УК РФ, предусматривающая наказание за создание вооруженного формирования, не предусмотренного федеральным законом, и участие в таком формировании [Уголовный кодекс, 2017].

Правовой статус ЧВК динамично меняется и рассмотрен автором в отдельной статье. Вкратце отметим, что большинство международных норм приравнивали ЧВК к наемничеству (ст. 47 дополнительного протокола № 1 Женевской конвенции 1977 г., Конвенция ОАЕ 1977 г. об уничтожении наемничества в Африке и Конвенция ООН 1989 г. против вербовки, использования, финансирования и тренировки наемников). Однако ЧВК имеют отличия от наемников: они официально регистрируются, вводят уставы и стандартную бизнес-структуру, нередко входят в состав транснациональных корпораций, их деятельность шире обычно военной сферы, они работают с официально признанными правительствами, сотрудничают с ООН и международными гуманитарными орга-

низациями. Стремление к легализации ЧВК отразилось в «Документе Монтрё» Совбеза Генассамблеи ООН от 2008 года о международно-правовых обязательствах и практических методах отдельных государств, касающихся функционирования частных военных и охранных компаний в период вооруженного конфликта [Документ Монтрё, 2008]. Заметим, что на внутривнутриполитическом уровне лишь два государства (США и ЮАР) создали внятные механизмы регулирования деятельности ЧВК, лицензирования зарубежной деятельности и госконтроля сделок. Примечательно, что в США даже предусмотрено привлечение подобных военных агентств к локализации вооруженных конфликтов внутри страны [US Army, p. 28].

В России наблюдается движение к легализации ЧВК. Основой соответствующих поправок являлось упомянутое выше отсутствие четкой границы между частной военной и частной охранной компанией. После внесения в декабре 2016 г. изменений в ФЗ «О воинской обязанности и военной службе», стало возможно заключать краткосрочные контракты о прохождении военной службы в период чрезвычайных обстоятельств за пределами территории РФ [Внесены изменения ... 2016].

В целом объективная потребность многих государств в специфических возможностях ЧВК существует и усиливается. Известен многолетний опыт использования ЧВК США «Blackwater» («Блэкуотер») (с 2010 г. – «Academi») и множества других, в связи с чем идея легализации подобных формирований несколько лет обсуждается в отечественном медиапространстве. Так, в апреле 2012 г. депутат Госдумы А. Митрофанов спросил В.В. Путина о возможности создания ЧВК в России. Тот пообещал рассмотреть предложение и дать ответ, поскольку «это действительно является инструментом реализации национальных интересов без прямого участия государства» [Сысоев, 2012]. Через несколько дней вице-премьер Д. Рогозин сообщил журналистам, что Военно-промышленная комиссия при Правительстве РФ рассмотрит вопрос о создании в России частных военных компаний [Лапикова, 2012]. После этого дискуссии о создании ЧВК в России до 2014 г. отражались в редких публикациях. Видимо, велось предметное обсуждение, не требовавшее излишнего внимания массмедиа. В 2014 г. вновь заговорили об использовании ЧВК в связи с событиями на Украине.

В данном контексте наибольшую известность в медиапространстве России получила «группа Вагнера» под руководством бывшего подполковника спецназа ГРУ Дмитрия Уткина (позывной – «Вагнер»). Основной боевой состав данной ЧВК оценивают примерно в две тысячи человек, составляющие четыре разведывательно-штурмовые роты, сводную артиллерийскую группу и штат танковой роты. Признанием заслуг названной ЧВК можно считать появление 9 декабря 2016 г. в СМИ фотографии приема Президентом России В.В. Путиным руководителей ЧВК, включая Д. Уткина. В интернете широко обсуждаются сведения об участии компании в боевых действиях на юго-востоке Украины в 2014–2015 гг. а также в ряде военных операций на территории Сирии в 2016 и 2017 гг. Особый интерес привлекло рассекречивание личных данных бойцов «ЧВК Вагнера» и членов их семей интернет-изданием «Фонтанка.ру» в августе 2017 г. Характерно, что подобная деятельность была массово осуждена в российском сегменте интернета [Сорокина, 2017]. В настоящее время активно обсуждаются сведения о проблемах материального и боевого обеспечения «ЧВК Вагнера», потерях личного состава и другие.

Независимо от реального соотношения реальных и «фейковых» новостей можно констатировать, что идея использования частных боевых формирований под контролем и в интересах государства находит массовую поддержку в российском социуме. Тем более привлекательно для политического и военного руководства страны создать эффективный инструмент непрямого содействия реализации и защите интересов России в мире. Заделы имеются. Наряду с боевым опытом, приобретенным ЧВК в Сирии, несколько российских ЧОПов получили опыт работы в качестве ЧВК в Ираке. Это «Орел-Антитеррор», «Тигр Топ-рент секьюрити», «Редут антитеррор» и «Феракс» [Коновалов, Валецкий, с. 101]. Крупный бизнес также использует профессиональную охрану для обеспечения безопасности важных объектов за рубежом: в Ираке нефтяная компания «ЛУКОЙЛ» в 2004 г. создала охранное агентство «ЛУКОМ-А», а безопасность объектов «Роснефти» обеспечивает дочерняя структура компании «РН-Охрана». Расширение подобного опыта и наращивание новых возможностей защиты национальных интересов на международной сцене необходимы России как глобальному и региональному субъекту мирового сообщества.

Наряду с очевидными и предполагаемыми плюсами следует также учитывать риски легализации и расширения использования ЧВК. В их числе:

1. Появление в палитре инструментов государственного влияния новой, мобильной, хорошо вооруженной военной силы с опытом боевых действий, навыками высокоэффективного «точечного воздействия» на военную и социальную сферу и при наличии высокого потенциала самостоятельных действий вызывает сомнения относительно ее управляемости. Представители демократических институтов власти в различных государствах высказывают опасения, что при определенных социальных изменениях ЧВК могут стать слишком самостоятельной силой, фактором дисбаланса общественно-политической ситуации. Подобную настороженность демонстрирует спор по поводу использования немецкой ЧВК «Асгард» в Сомали, в результате чего

эксперт группы Левых в Бундестаге ФРГ Пауль Шефер заявил, что ЧВК способствует обострению сомалийского конфликта, а действия военной компании назвал формой теневой внешней политики, которая выходит из-под контроля парламента [Shadow Foreign Policy, 2010]. Исходя из опыта использования в средневековых войнах армий наемников, также опасаются, что может стать проблематичным сворачивание деятельности ЧВК после исполнения поставленной задачи. По разным причинам сотрудники ЧВК могут остаться в местах дислокации и не сдать вооружения, в таком случае их взаимодействие с «заказчиком» разладится, возможны негативные военно-политические последствия.

2. Военные специалисты указывают на возможность перехода кадров из действующих войск в ЧВК – как по финансовым соображениям, так и с целью карьерного роста.

3. Легализация ЧВК расширяет возможности геополитических соперников РФ осуществлять различные провокации, используя наемников под видом российских ЧВК в целях обострения конфликтов и иных негативных воздействий в «горячих точках» планеты, а также компрометации внешнеполитического курса РФ.

Несмотря на существующие риски, современная военно-политическая ситуация диктует необходимость создания ЧВК, и можно прогнозировать их скорую легализацию в России и расширение применения. Остается открытым вопрос о государственной политике в отношении них. Возможны два варианта. Первый предполагает попытки использования ЧВК на «одноразовой» основе, когда бойцов компании фактически лишают поддержки после решения основной задачи. Этот вариант чреват сворачиванием практики применения ЧВК, поскольку набрать профессионалов в последующие компании будет проблематично. Вторым вариантом – условно назовем его «американским» (исходя из практики работы ЧВК «Блэкуотер»), предполагает полную защиту бойцов, даже в случае совершения ими противоправных действий. Очевидно, необходим поиск некоей «золотой середины».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Внесены изменения в закон о воинской обязанности и военной службе // Официальный сайт Президента России. 29.12.2016. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/news/53674> (дата обращения: 12.10.2017).

Документ Монтрё о соответствующих международно-правовых обязательствах и передовых практических методах государств, касающихся функционирования частных военных и охранных компаний в период вооруженного конфликта. Международный Комитет Красного Креста. 19, avenue de la Paix, 1202 Женева, Швейцария. Сентябрь 2011.

Коновалов И.П., Валецкий О.В. Эволюция Частных Военных Компаний. Пушкино: Центр стратегической конъюнктуры, 2013.

Лапикова Я. Rogozin вновь поднял вопрос о создании в РФ частных военных компаний // РИА «Новости». 11.04.2012. URL: https://ria.ru/defense_safety/20120919/753991497.html (дата обращения: 12.10.2017).

Сорокина А. Рунет возмутила статья о воюющих в Сирии добровольцах // Утро.ру. 28.08.2017. URL: <https://utro.ru/articles/2017/08/28/1338073.shtml> (дата обращения: 12.10.2017).

Сысоев Г. Путин поддержал идею создания в России частных военных компаний // РИА «Новости». 11.04.2012. URL: https://ria.ru/defense_safety/20120411/623227984.html (дата обращения: 12.10.2017).

Уголовный кодекс Российской Федерации. Действующая редакция от 17.04.2017 // URL: <http://rulaws.ru/uk> (дата обращения: 12.10.2017).

Fox A. C., Rossow A. J. Making Sense of Russian Hybrid Warfare: A Brief Assessment of the Russo-Ukrainian War // The Land Warfare Papers. Arlington VA. № 112, March, 2017.

Morris V. Grading Gerasimov: Evaluating Russian Nonlinear War Through Modern Chinese Doctrine // Small Wars Journal. 2015.

«Shadow Foreign Policy»: Somali Warlord Hires German Mercenaries to Provide Security Services // SPIEGEL Online International, 25.05.2010. URL: <http://www.spiegel.de/international/world/shadow-foreign-policy-somali-warlord-hires-german-mercenaries-to-provide-security-services-a-696580.html> (дата обращения: 12.10.2017).

US Army Training and Doctrine Command, The Army Operating Concept 2016–2028, TRADOC Pamphlet 525-3-1. Department of the Army TRADOC Headquarters, United States Army Training and Doctrine Command Fort Monroe, VA 23651-1047. 19 August 2010.

ВЫБОРЫ В ПРОЦЕССАХ И МЕХАНИЗМАХ ЛЕГИТИМАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ВЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ СУБЪЕКТОВ ЮГА РОССИИ)

В.П. Скороходова

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
albinose@yandex.ru

Проблема легитимности политической власти является предметом пристального внимания со стороны исследователей достаточно продолжительный период и до сих пор не теряет своей актуальности по причине повторяющихся во времени кризисов легитимности, как в странах с демократическими режимами, так и в переходных обществах, где высоки социальные риски и особо остро стоят вопросы взаимоотношения государства и общества в период проведения социально-экономических и политических преобразований. Легитимность власти в центрo-периферийной системе многонационального российского государства формируется в особых условиях большого разнообразия региональных, этнических, социокультурных интересов, что приводит к ряду сложностей в становлении признаваемой большинством населения системы ценностей и осуществлении властных функций посредством демократических процедур. Эффективному функционированию системы государственного управления, необходимого для повышения доверия к проводимому политическому курсу, способствует легитимация действующей власти, приводящая к наращиванию политического ресурса. Перед современной Россией стоит сложная задача по созданию такой системы государственного управления, которая будет способствовать укреплению демократических ценностей в обществе, реализации прав индивидов, их защиты и охраны в контексте становления институтов гражданского общества. Усилия по повышению управляемости и эффективности деятельности органов государственной власти находятся во взаимосвязи с проблемой признания обществом правомерности, справедливости действующей политической власти. Вместе с теоретической проблемой легитимности политической власти существует практическая проблема ее легитимации, то есть приобретения легитимности в глазах общества, что выражается в результатах голосования на парламентских выборах, президентских выборах, в других органах, в итогах референдумов, с помощью которых выявляется уровень поддержки населением лидеров, партий, институтов, нормативных актов или каких-либо решений. Легитимация власти в ряде случаев может совпадать с легализацией – принятием основополагающих юридических актов, прежде всего, конституций. Легитимация – неизменная составляющая процесса осуществления власти на любом уровне и в любом масштабе, является результатом взаимодействия, по крайней мере, двух сторон – власти и сообщества. Степень легитимности власти могут отражать следующие показатели: уровень принуждения, применяемый властью для проведения своей политики в жизнь; наличие или отсутствие попыток устранения действующего политического лидера или правительства; наличие или отсутствие различных противозаконных акций, носящих, как правило, массовый и ненасильственный характер; попытки агрессивного воздействия на средства массовой информации; результаты голосования на выборах, референдумах, данные социологических опросов, при условии достоверности последних; уровень коррумпированности и степени бюрократизма институтов власти и т.д.

Конкурирование политических сил в отстаивании собственной легитимности – один из значимых факторов в процессе ротации властного аппарата. В условиях реформирования российской государственности характерным каналом (механизмом) легитимации элитных групп стал «выборный трамплин» как федерально-го, так и регионального уровней. Институт демократических выборов играет важную роль в формировании новых политических институтов, в возникновении политической конкуренции, установлении новых правил «политической игры», а также в становлении законодательных и представительных органов государственной власти, как федерального, так и регионального уровня. В течение последних нескольких лет можно отметить стремление федеральных властей донести до высших должностных лиц субъектов Российской Федерации, а также элитных групп, мысль о том, что формально-юридической легитимации явно недостаточно. Подтверждением того, что федеральный центр серьезно заинтересован в честных выборах, служит речь Президента В.В. Путина на встрече с лидерами партий, прошедших по итогам выборов 16 сентября 2016 г. в Госдуму: «Наша страна и политическая система будут настолько устойчивыми и стабильными, насколько мы сможем обеспечить легитимность выборного процесса, но нужно, чтобы граждане видели, что их пред-

почтения отражаются на формировании представительных и исполнительных органов власти». Несомненно, значение парламентских выборов сложно переоценить, ведь нижняя палата парламента России отвечает за формирование федерального бюджета, и это обстоятельство немаловажно в силу всех тех экономических трудностей, выпавших на долю России. Так, если рассмотреть национальные республики Северного Кавказа, то работа над обеспечением сбалансированности бюджета на 2017 г. уже давно завершена. Пять субъектов округа обладают дефицитным бюджетом, дотационный бюджет Дагестана стал профицитным, а планируемое сокращение размера дотаций из федерального центра для Чечни удалось избежать благодаря личному участию в этом вопросе главы республики Рамзана Кадырова, который заявил, что сложная послевоенная ситуация в республике не позволяет выполнять социальные обязательства и развиваться. Важной задачей становится повышение эффективности использования выделенных средств, так как в последнее время все чаще можно услышать мнение, что немалые безвозмездные перечисления, выделяемые на развитие Северного Кавказа, не решают главную проблему – деградацию человеческого капитала, социальную неустроенность, деиндустриализация экономики. Северный Кавказ является территорией с большим потенциалом, где многие реализуемые проекты имеют не региональное, а федеральное значение. Вместе с тем существует расхожая точка зрения о том, что дотационность бюджетов республик находится во взаимосвязи с высокими показателями голосования на выборах. Предвыборная кампания, предшествовавшая единому дню голосования 18 сентября 2016 г., по мнению большинства экспертов, прошла в условиях обеспечения широкого партийного представительства, отвечала принципам политического плюрализма и открытости. На январском XVI съезде партии «Единая Россия» в 2017 г. был утвержден Высший совет партии. В состав него вошли практически все действующие на тот момент главы регионов Северо-Кавказского федерального округа, а именно все шесть глав республик Северного Кавказа: глава Чечни Рамзан Кадыров, глава Дагестана Рамазан Абдулатипов, глава Ингушетии Юнус-Бек Евкуров, глава Карачаево-Черкесии Рашид Темрезов, глава Кабардино-Балкарии Юрий Коков, глава Северной Осетии Вячеслав Битаров. В настоящее время курс на консолидацию общества – главная задача внутренней политики государства. Высшие должностные лица республик отметили, что результаты, полученные в предыдущие годы партией власти, «следует упрочить, и не в отчетах, а во взаимоотношениях с народом», рост доверия к партии во многом связан с «внимательным отношением к обращениям простых граждан и решению их проблем» [Логвинов, 2017]. Считаем, что для руководителей северокавказских республик отказ от прямых выборов привел к снижению их легитимности в глазах населения и уменьшению возможностей демократическим путем влиять на власть, принимать значимое участие в политической жизни. Данные законодательные инициативы создали еще большую пропасть между властью и обществом [Скорородова, 2012]. Схожие процессы можно наблюдать в Ростовской области, где отмена прямых выборов глав городов и районов Дона с 2014 г., по мнению экспертов [Гиренко, 2017], привела к серьезной делегитимации местной власти. На наш взгляд, с формальной точки зрения, количество недействительных бюллетеней представляет одну из форм протестного волеизъявления избирателей. На примере субъектов СКФО и двух субъектов ЮФО (в качестве сравнения) мы подсчитали общее количество действительных избирательных бюллетеней по отношению к недействительным по результатам двух думских избирательных кампаний 2011 и 2016 гг. [Скорородова, 2017]. Таблицы 1 и 2 составлены на основе материалов базы данных Центральной избирательной комиссии (ЦИК) РФ.

Таблица 1

**ЧИСЛО ПРИЗНАННЫХ НЕДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМИ БЮЛЛЕТЕНЕЙ
НА ВЫБОРАХ В ГОСУДАРСТВЕННУЮ ДУМУ 2016 г.**

	По одномандатным округам 2016 г.			По единому федеральному округу 2016 г.		
	Всего	Недействительных	%	Всего	Недействительных	%
1	2	3	4	5	6	7
Республика Дагестан	1 456 384	10 980	0,75	1 456 250	7742	0,53
Чеченская Республика	640 173	381	0,06	660 249	291	0,04
Республика Ингушетия	178 223	1010	0,57	178 457	579	0,32
Республика Кабардино-Балкария	482 014	60	0,01	483 771	60	0,01
Республика Карачаево-Черкесия	285 784	588	0,21	285 898	602	0,21

1	2	3	4	5	6	7
Республика Северная Осетия – Алания	452 421	3850	0,85	452 786	2229	0,49
Ставропольский край	814 363	42 964	5,28	823158	23 694	2,88
Краснодарский край	2 013 010	46 421	2,31	2 043 072	28 411	1,39
Ростовская область	1 554 138	41 494	2,67	1 571 581	24 622	1,57

Таблица 2

**ЧИСЛО ПРИЗНАННЫХ НЕДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМИ БЮЛЛЕТЕНЕЙ
НА ВЫБОРАХ В ГОСУДАРСТВЕННУЮ ДУМУ 2011 г.**

	По единому федеральному округу 2011 г.		
	Всего	Недействительных	%
Республика Дагестан	1 497 120	2620	0,18
Чеченская Республика	611 096	369	0,06
Республика Ингушетия	166 285	1407	0,85
Республика Кабардино-Балкария	522 724	206	0,04
Республика Карачаево-Черкесия	297 721	674	0,23
Республика Северная Осетия – Алания	438 453	5442	1,24
Ставропольский край	1 009 249	18 921	1,87
Краснодарский край	2 211 777	34 160	1,54
Ростовская область	1 962 425	26 228	1,34

Таким образом, возможностей по контролю над деятельностью органов исполнительной власти у населения стало еще меньше. Недовольство населения высокой концентрацией проблем и конфликтных рисков на той или иной территории во время проведения выборов может вылиться в электоральный протест как один из способов проявления негативных настроений по отношению к власти, к отдельным депутатам и партиям. В периоды проведения избирательных кампаний существует риск того, что даже локальные вспышки протеста могут приобрести широкий резонанс и стать порой непрогнозируемыми. Эксцессы разного рода (например, в виде волнений и погромов) в период проведения избирательных кампаний вполне не исключены, несмотря на беспрецедентные изменения в практике избирательного процесса в целях повышения транспарентности выборов, а значит, их легитимности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Логвинов Н. 10 заметных событий на Северном Кавказе в январе – феврале 2017 года // Вестник. Северный Кавказ. 2017. № 1 (53). С. 12–13.

Скорородова В.П. Особенности социально-политической напряженности: к анализу проблемы // Гуманитарные и социальные науки. 2012. № 4. С. 266–276.

Скорородова В.П. Парламентские выборы 2016 г. в Северо-Кавказском федеральном округе: тенденции, итоги и перспективы // Локус: люди, общество, культуры, смыслы. 2017. № 3. С. 72–84.

Шансы вернуть прямые выборы мэра Ростова-на-Дону мизерны // URL: <https://regnum.ru/news/polit/2333743.html> (дата обращения: 13.10.2017).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Г.И. Старокожева

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград
stargala@yandex.ru

Одним из наиболее важных признаков, характеризующих уровень цивилизации общества, развития страны или региона, можно считать уровень развития транспортной системы. Исторически переход от одной формации общества к другой сопровождался изменением как транспортной техники, так и собственно транспортной системы. Необходимость в транспорте вызывалась потребностью в общении, обмене, торговле. В создании и совершенствовании транспортной системы реализуются все лучшие и прогрессивные достижения науки, производства и строительства.

Стабилизация и развитие экономики любого региона начинается, как правило, с развития транспортной системы городов. Следует подчеркнуть направленность такого развития на максимальное удовлетворение интересов отдельного человека, т.е. обеспечение всех производственных структур и населения страны транспортными услугами в необходимом объеме и качестве.

Рост населения, увеличение потребления материальных ресурсов, урбанизация, научно-техническая революция, а также естественно-географические, экономические, политические, социальные и другие фундаментальные факторы, привели к тому, что транспорт мира получил невиданное развитие как в масштабном (количественном), так и в качественном отношениях.

Наряду с ростом протяженности сети путей сообщения традиционные виды транспорта подверглись коренной реконструкции: значительно увеличился парк подвижного состава, во много раз поднялась его провозная способность, повысилась скорость движения. В то же время на первый план вышли транспортные проблемы. Эти проблемы преимущественно относятся к городам. Недостатки и проблемы функционирования транспортной системы городов России в настоящее время обусловлены рядом причин: проводящимися экономическими реформами, связанными с перераспределением форм собственности; нерациональным распределением объемов перевозок между отдельными видами транспорта; их слабым взаимодействием и рядом других факторов. Поэтому повышение эффективности функционирования транспортной системы городов приобретает особую актуальность при реализации государственного управления в период перехода к многоукладной экономике и различным формам собственности на транспорте.

При организации транспортной системы необходимо помнить, что эффективность использования различных видов транспортных средств зависит от множества показателей. Величина этих показателей в каждом случае различна. Она зависит от мощности и структуры транспортных средств, дальности перевозок, типа дорожных сетей, их сочетания, подвидов подвижного состава, материально-технической базы обслуживания транспорта и других факторов. Для сравнения вариантов использования транспортных средств в целях создания устойчивой транспортной системы города целесообразно рассматривать такие показатели, как: уровень расходов на эксплуатацию; себестоимость перевозок; объем капитальных вложений; скорость движения; состояние провозной и пропускной возможностей; маневренность при осуществлении перевозок в дифференцированных условиях; ритмичность, регулярность, бесперебойность движения; условия обеспечения сохранности грузов и безопасности пассажиров; наличие эффективных средств механизации, автоматизации погрузочно-разгрузочных работ.

Развитие транспортной системы увеличивает экономическую активность населения, воздействуя на изменение параметров социально-экономической деятельности. Таким образом, современный транспорт может оказывать существенное влияние на расширение торговых и хозяйственных связей, повышение уровня жизни и экономический рост за счет сокращения времени транспортировки грузов, перевозки пассажиров и, как следствие, повышения производительности труда.

Для эффективного регионального управления в сфере транспорта необходимо решить следующие задачи: обеспечить надежное состояние транспортных линий и развитие магистралей; модернизировать системы организации транспортного движения, диспетчерского обслуживания и контроля качества обслуживания населения; привести муниципальный подвижной состав в надлежащее состояние в соответствии с техническими параметрами и нормативами; обеспечить безопасность перевозок и транспортировки.

Для этого при выборе способов управления транспортной системой необходимо учитывать следующие показатели: общую численность персонала в транспортном сегменте экономики; долю основных фондов, эксплуатирующихся в транспортной системе; продолжительность путей сообщения; плотность транспортных сетей городских и магистральных улиц и дорог; численность и состав предприятий по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств; грузо- и пассажирооборот.

Так, например, транспортная система города Волгограда, одного из крупнейших административных центров ЮФО, представляет собой сложную интегрированную систему и имеет множество структурных элементов, обеспечение согласованной деятельности которых, позволяет удовлетворять потребности горожан в транспортных услугах. Город расположен на юго-востоке европейской части Российской Федерации, на правом берегу реки Волги. Площадь города составляет 859,353 км², численность населения превышает один миллион человек. В силу своего географического нахождения город занимает стратегически важное положение в экономическом развитии юга России. Ведущими отраслями экономики являются электро- и теплоэнергетика, металлургия, топливная, химическая, пищевая, деревообрабатывающая промышленность, машиностроение и строительство. Развита торговая сеть. Транспортная система включает в себя железнодорожный, воздушный, речной транспорт, а также междугородние автобусы, то есть все виды транспорта, кроме морского. По городу пассажиров перевозят троллейбусы, трамваи, автобусы, маршрутки и такси. Действуют городская электричка и скоростной трамвай [Стратегия социально-экономического ... 2016].

Волгоград является крупнейшим транспортным узлом Поволжья с развитой инфраструктурой, как внешнего железнодорожного, автомобильного, водного и воздушного транспорта, так и внутригородских транспортных коммуникаций. Это позволяет рассматривать Волгоград в ряду основных опорных транспортных узлов России, в системе формирующихся главных международных евроазиатских и внутрироссийских транспортных коридоров «Север – Юг» и «Транссиб». Ежегодно всеми видами автомобильного транспорта Волгоградской области перевозится около 72,7 млн пассажиров. Пассажиропоток электрического транспорта составил 108 млн человек. Только метротрамом в городе ежегодно пользуется порядка 50 млн пассажиров. Автобусы перевезли 17,8 млн человек. Аэропорт за год обслужил более 500 тыс. человек [Проект реконструкции ... 2014, Проект сводного плана ... 2016]. На Волге речные трамваи ежегодно перевозят более 3 млн пассажиров по 12 маршрутам. Для перевозок используется 22 судна. Транспортная сеть включает автомобильные и железные дороги, участки рек Волги и Дона, а также Волго-Донской судоходный канал, который входит в Единую глубоководную систему европейской части России.

Ключевую роль в социально-экономическом развитии города играют автомобильные дороги регионального и межмуниципального значения. В настоящее время более 80 процентов всех грузов перевозится по автомобильным дорогам. От их состояния и уровня развития зависит реализация национальных проектов в сфере здравоохранения, образования, сельского хозяйства, решение вопросов жилищного строительства, улучшение качества жизни населения. Волгоградские автотранспортные сети не готовы принимать возрастающие объемы грузоперевозок из-за несоответствия дорог нормативным требованиям.

Ниже представлен анализ сильных и слабых сторон, угроз и возможностей транспортной системы г. Волгограда (табл. 1).

Таблица 1

**SWOT-АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ
ГОРОДА ВОЛГОГРАДА**

▶ Сильные стороны	▶ Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> • Наличие диверсифицированного транспортного комплекса. • Потенциал развития Волгограда как транспортно-логистического узла Юга России. • Использование потенциала ЧМ-2018. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ежегодное недофинансирование ремонтных работ дорог. • Несоответствие по техническим нормативам автовокзальных комплексов. • Высокая степень износа общегородских и районных дорог и пешеходных зон, ограничение пропускной способности (70 % пешеходных и тротуарных дорожек находятся в неудовлетворительном состоянии). • На улично-дорожной сети Волгограда располагаются 110 искусственных сооружений, из которых 85 требуют капитального ремонта или реконструкции.

▶ Возможности	▶ Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Большое транзитное значение Волгограда и Волгоградской области повышает его перспективное значение для развития экономики России в целом. • Формирование эффективной городской агломерации вокруг Волгограда и модернизация Волгограда с позиции транспортно-логистического узла Юга России. 	<ul style="list-style-type: none"> • Высокий износ транспортных магистралей, аэропорта, пунктов приема-передачи грузов. • Постоянная недостаточность финансирования модернизации (реконструкции) основных транспортно-логистических пунктов Волгограда. • Высокий уровень транзитного потока через основные городские магистрали, а не в обход Волгограда.

В результате анализа выявлено, что одним из ключевых факторов, которые сдерживают социально-экономическое развитие г. Волгограда, является слабое развитие транспортной системы области. На данный момент единая транспортная система в Волгограде практически не сформирована. Оценивая состояние улично-дорожной сети, можно сделать вывод, что значительная часть общегородских и районных дорог крайне изношена и исчерпала свою пропускную способность. Постоянные заторы, особенно на общегородских дорогах, существенно снижают скорость движения, ведя к росту транспортных издержек.

Основными проблемами развития дорожной отрасли являются низкая пропускная способность улично-дорожной сети, высокий износ автодорог и искусственных сооружений, износ технических средств организации дорожного движения, изолированность населения, проживающего в районах с индивидуальной жилой застройкой, не обеспеченных автодорогами с твердым покрытием; проведенный анализ дорожно-транспортных происшествий выявил свыше 100 очагов аварийности на улично-дорожной сети. Кроме этого, наблюдается высокая интенсивность транзитного движения по автодорогам. Это вкпе с общими, значительно более солидными размерами вводимого в г. Волгоград внешнего транспорта, нуждающегося в предварительном перераспределении по районам Волгограда, требует ускоренного строительства объездных дорог [Сафронов, 2005].

Анализ отдельных аспектов несоответствия транспортной системы потребностям социально-экономического развития Волгограда показывает, что они не являются проблемами отдельных видов транспорта, а носят комплексный характер. Существующие ограничения связаны с отсутствием единой транспортной системы. Целесообразность решения этой проблемы с использованием программно-целевого метода управления определяется следующими факторами: комплексный характер проблемы, обусловленный сложной структурой транспорта, объединяющей в единую систему отдельные виды транспорта, и его ролью в обеспечении условий для экономического роста, повышения качества жизни населения; высокая капиталоемкость и длительные сроки окупаемости инвестиционных проектов развития транспортной инфраструктуры, определяющие их низкую инвестиционную привлекательность для бизнеса и необходимость активного участия (в том числе финансового) государства в их реализации; возможность концентрации ресурсов на приоритетных задачах, направленных на решение системной проблемы в целом и создание условий для комплексного развития всех видов транспорта; необходимость системного подхода к формированию комплекса взаимосогласованных по ресурсам и срокам инвестиционных проектов развития транспортной системы.

Потенциал экономического развития Волгограда полноценно будет реализован в том случае, если Волгоград станет ведущим транспортным и производственным центром Юга России и Нижнего Поволжья, центром инноваций, инвестиций и туризма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Проект реконструкции аэропорта в Волгограде прошел госэкспертизу // Ахтуба ТВ, июль 2014. URL: <http://ahtubatv.ru> (дата обращения: 12.09.2017).

Проект сводного плана социально-экономического развития Волгоградской области до 2030 г. URL: <http://old.volganet.ru> (дата обращения: 01.10.2017).

Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов: учеб. пособие. М.: Издательство АСВ, 2005. 272 с.

Стратегия социально-экономического развития Волгограда до 2030 года. URL: <http://www.volgadmin.ru/d/strategy2030/index> (дата обращения: 29.09.2017).

СОВРЕМЕННЫЙ ЭТНИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАСЕЛЕНИЯ КРЫМА***Т.Т. Тарасова***

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
tarasova_tt@mail.ru

В современных условиях геополитических трансформаций вхождение Крыма в состав России с точки зрения обеспечения безопасности страны трудно переоценить.

Указом Президента Российской Федерации В.В. Путина от 28 июля 2016 г. № 375 «О Южном федеральном округе» в состав последнего были включены Республика Крым и город федерального значения Севастополь. Вхождение в ЮФО двух новых субъектов федерации поставило задачу научного анализа состояния и развития населения Крымского полуострова. Особую актуальность и практическую значимость имеет изучение этнического состава новых субъектов. Не секрет, что особенности этнического состава стали одним из ключевых факторов добровольного вхождения Крыма в состав России.

В данной работе мы остановимся на изучении современного национального состава населения Крыма. Наиболее достоверными источниками данных об этническом составе считаются переписи населения. В нашем исследовании мы будем использовать прежде всего материалы «Переписи населения в Крымском федеральном округе» 2014 г., а также Всеукраинской переписи населения 2001 г. Кроме того, будут использованы данные государственной статистики Госкомстатов Российской Федерации, Республики Крым и Севастополя для характеристики современного демографического состояния населения Крыма.

С 14 по 25 октября 2014 г. в Крыму в соответствии с методологией Всероссийской переписи населения 2010 г. была проведена «Перепись населения в Крымском федеральном округе», которой всего было охвачено 2 293 673 чел., из них 8904 чел. составляли лица, временно находившиеся на территории округа, но постоянно проживающие за рубежом. Постоянными же жителями округа были 2 284 769 чел., из которых 83 % проживали в Республике Крым и 17 % – в г. Севастополе. В округе насчитывалось 17 городских населенных пунктов с численностью 1323,1 тыс. чел., 1042 сельских населенных пунктов с численностью 961,7 тыс. чел. и 11 сельских населенных пунктов, в которых никто не проживал.

Из общей численности постоянного населения в городской местности проживали 57,9 % жителей округа, в сельской местности – 42,1 %. Распределение жителей Крыма по полу почти не отличалось от среднероссийских показателей – доля женщин составляла 53,9 %, мужчин – 46,1 %.

Как и в целом по России, на полуострове наблюдался численный перевес женщин над мужчинами (на 18 %). На 1000 мужчин по данным переписи 2014 г. приходилось 1175 женщин, в Республике Крым этот показатель составлял 1178, а в Севастополе – 1164.

Крым является одним из самых плотно заселенных регионов Российской Федерации. Плотность населения Крыма согласно проведенной переписи составляла 84,1 чел. на 1 кв. км, что в 10 раз больше плотности населения России.

Исторически Крым был перекрестьем различных культур и цивилизаций, что обусловило этническое и культурное разнообразие его населения. Полиэтничность и поныне остается отличительной чертой населения Крыма. Трансформация этнического состава происходит, как известно, под воздействием: 1) различий в естественном воспроизводстве народов, 2) внешних миграций и 3) смены этнического самосознания. Мы остановимся на наиболее общих тенденциях этой трансформации, происшедших в начале XXI в., опираясь на материалы переписей населения.

Согласно данным «Переписи населения в Крымском федеральном округе» самыми многочисленными народами Крыма в 2014 г. были русские, украинцы и крымские татары, что является традиционным для национального состава этой территории.

Русские – доминирующий этнос полуострова. На момент переписи их численность составляла 1 492 078 чел., увеличившаяся по сравнению с 2001 г. на 41 684 чел., или на 3 % (табл. 1). При этом в Республике Крым численность русского населения возросла на 8,6 тыс. чел. (на 0,7 %), а в г. Севастополе – на 33,1 тыс. чел. (на 12,3 %). За рассматриваемый период вырос и удельный вес русских с 60,7 до 67,9 % от общей численности населения, указавшего национальную принадлежность. Доля русских в 2014 г. (67,9 %) практически достигла значений, зафиксированных Всесоюзной переписью населения 1989 г. (67,1 %). Следует отметить, что в 2014 г. впервые стало наблюдаться прерывание долговременной тенденции сокращения абсолютной численности русского

населения Крыма, сложившейся в постсоветский период. Так, только между переписями 1989 и 2001 гг. число русских уменьшилось на 179 148 чел., или на 11 %. На уменьшение численности русского населения Крыма значительное влияние оказали особенности его естественного воспроизводства. С 1992 г. на полуострове появилась естественная убыль, сохраняющаяся и поныне и действующая сторону уменьшения численности населения как Республики Крым, так и г. Севастополя. Однако среди русских, как и среди украинцев и белорусов, естественная убыль началась несколькими годами ранее и носит более интенсивный характер в силу того, что эти народы являются в демографическом отношении более старыми, чем другие крымчане.

Таблица 1

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ НАИБОЛЕЕ МНОГОЧИСЛЕННЫХ НАЦИОНАЛЬНОСТЕЙ КРЫМА
(по данным переписей населения, человек)

	2001 г.	2014 г.	+/- с 2001 по 2014 гг.	2014 г. в % к 2001 г.
Все население	2 401 209	2 284 769	-116 440	95,2
Лица, указавшие национальную принадлежность	2 390 319	2 197 564	-192 755	91,9
Русские	1 450 394	1 492 078	+41 684	102,9
Украинцы	576 647	344 515	-232 132	59,7
Крымские татары	245 291	232 340	-12 951	94,7
Татары	13 602	44 996	+31 394	в 3,3 р.
Белорусы	35 157	21 694	-13 463	61,7
Армяне	10 088	11 030	+942	109,3
Азербайджанцы	4377	4432	+55	101,3
Узбеки	3087	3466	+379	112,3
Молдаване	4562	3147	-1415	69,0
Евреи	5531	3144	-2387	56,8
Корейцы	3027	2983	-44	98,5
Греки	3036	2877	-159	94,8
Поляки	4459	2843	-1616	63,8
Цыгане	1905	2388	+483	125,4
Чуваши	2679	1990	-689	74,3
Болгары	2282	1868	-414	81,9
Немцы	2790	1844	-946	66,1
Мордва	2574	1601	-973	62,2
Грузины	2137	1571	-566	73,5
Таджики	808	874	+66	108,2
Марийцы	1192	801	-391	67,2
Караимы	715	535	-180	74,8
Крымчаки	280	228	-52	81,4
Другие ответы о национальной принадлежности, не перечисленные выше	13 699	14 319	+620	104,5

Нельзя не отметить и то, что в условиях принудительной украинизации, политизации этничности и агрессивной антирусской пропаганды часть русского населения, особенно находящегося в смешанных браках, меняла этническое самосознание на украинское. После вхождения Крыма в состав России происходили процессы свободного этнического самоопределения, что не могло не повлиять на увеличение числа русских.

Вторыми по численности населения являются украинцы. По данным переписи 2014 г. их число составило в Крыму 344 515 чел. В период между переписями населения 2001–2014 гг. их абсолютная численность в целом на полуострове сократилась на 232 132 чел., или на 40,3 %, а доля в населении уменьшилась на 8,4 с 24,12 % в 2001 г. до 15,68 % в 2014 г. (табл. 1). В Республике Крым и г. Севастополе число украинцев уменьшилось за это время на 41 и 37 % соответственно. Какие же факторы вызвали столь значительное сокращение числа украинцев? Несомненно, что определенная часть украинского населения, не согласная с вхождением Крыма в состав Российской Федерации, выехала за пределы полуострова. Однако массового исхода более чем в 200 тыс. чел.

не наблюдалось, не зафиксировала такого оттока и официальная статистика. Напротив, с 2013 г. численность населения всего полуострова увеличивается в силу того, что миграционный прирост стал перекрывать естественные потери, причем этот процесс продолжается и поныне. Логично предположить, что уменьшение числа украинцев вызвано не собственно демографическими процессами, а этническими или, точнее, этнополитическими. Получив возможность свободного самоопределения национальности во время проведения переписи населения 2014 г., украинцы, скорее всего, отдали предпочтение русской или иной идентичности, а не украинской. И это был не только свободный выбор общероссийской идентичности, но и форма протеста против политики Киева. В пользу этой гипотезы свидетельствуют и другие показатели, в частности, важнейший маркер этнического самосознания – родной язык. В 2014 г. доля украинцев, считающих родным языком украинский, снизилась по сравнению с 2001 г. вдвое, составив 20 % против 39 %, а 79,7 % украинцев назвали в 2014 г. своим родным языком русский.

Третьим по численности народом полуострова являются крымские татары, численность которых в период между переписями населения 2001 и 2014 гг. уменьшилась с 245 291 чел. до 232 340 чел., или на 5,3 %. На сокращение по сравнению с 2001 г. их числа повлияло различие в методологиях подсчета численности татар и крымских татар при переписях населения 2001 и 2014 гг. Так, в частности, при переписи 2001 г. к крымским татарам были отнесены лица, указавшие национальную принадлежность «татары», если они вернулись из Узбекистана после депортации.

Крымские татары стали постепенно возвращаться в Крым с конца 60-х гг. после Указа Президиума Верховного Совета СССР 1967 г. об их реабилитации. Особенно заметно численность этого народа увеличилась в период между переписями 1989 и 2001 гг. – в 6,4 раза (с 38 365 до 245 291 чел.).

По данным переписи 2014 г. еще три народа полуострова являются относительно крупными. Их численность превышает 10 тыс. чел. и это – татары (44 996 чел.), белорусы (21 694 чел.) и армяне (11 030 чел.) (табл. 1). Число первых увеличилось с 2001 по 2014 г. в 3,3 раза. Однако столь резкое увеличение численности татар и уменьшение числа крымских татар возможно связано с методологическими различиями в инструкциях по заполнению вопроса о национальной принадлежности в 2001 и 2014 гг.

Число белорусов за рассматриваемый период уменьшилось на 38,3 %, что характерно и для других славянских народов полуострова. А численность армян, более других народов сохранивших традиции многодетности и в силу их интенсивной миграционной подвижности, увеличилась на 9,3 %.

Численность тринадцати народов Крыма составляет более тысячи человек, но не превышает 5 тысяч. К ним относятся азербайджанцы (4377 чел.), узбеки (3466 чел.), молдаване (3147 чел.), евреи (3144 чел.), корейцы (2983 чел.), греки (2877 чел.), поляки (2843 чел.), цыгане (2388 чел.), чувашаи (1990 чел.), болгары (1868 чел.), немцы (1844 чел.), мордва (1601 чел.) и грузины (1571 чел.) (табл. 1). С 2001 по 2014 г. численность всех перечисленных народов, за исключением азербайджанцев, узбеков и цыган, сократилась. Особенно существенное произошло сокращение евреев – на 43,2 % и мордвы – на 37,8 %.

По данным переписи 2014 г. численность остальных народов, населяющих Крым, составляла менее одной тысячи и за рассматриваемый период у большинства из них она сократилась.

«Переписью населения в Крымском федеральном округе» 2014 г. было учтено более 170 национальностей. Проведенный анализ показал, что самыми многочисленными из них являются русские, украинцы, крымские татары, татары, белорусы и армяне. Русский этнос остается, как и ранее, доминирующим на полуострове, а русский язык и русская культура всегда были и остаются неотъемлемой компонентой, объединяющей полиэтничное население Крыма и в значительной мере определившей мирное возвращение крымчан в состав России. По данным переписи 2014 г. русским языком владело 99,8 % населения Крыма, а 84 % жителей полуострова своим родным назвали русский язык.

ТЕРСКОЕ КАЗАЧЕСТВО В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX в.: СОСЛОВНАЯ ОБОСОБЛЕННОСТЬ И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

А.Т. Урушадзе

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
Институт истории и международных отношений ЮФУ, г. Ростов-на-Дону
aturushadze@sfedu.ru

Рост казачьего населения Терека разрушил хрупкую систему гармоничного сосуществования казаков и северокавказских народов. Для казаков с Дона, Хопра, Волги, Днепра горцы были военными противниками и конкурентами за обладание природными ресурсами, в первую очередь землей. Они не имели опыта длительного, преимущественно мирного сосуществования с коренным населением края, о котором помнило старожильческое казачье население Терека.

В середине XIX в. историк С. Писарев привел процентные данные о доли казаков-горцев в полках Терского войска: Кизлярско-Гребенский полк – 7,2 %; Горско-Моздокский – 4,3 %; Волжский – 0 %; Владикавказский – 0 %; Сунженский – 0 % [Заседателева, 1974, с. 215]. Как видно, горцы составляли лишь малую часть Терского войска. Относительно высокая доля коренного населения в Кизлярско-Гребенском полку объясняется тем, что образование кизлярско-гребенских станиц относится к XVI–XVIII вв., когда система мирного взаимодействия терцев с местным населением еще не была разрушена форсированной имперской колонизацией. Наличие местного элемента в Горско-Моздокском полку является свидетельством особенностей его формирования, одним из базовых источников которого выступала горская казачья команда. Волжский, Владикавказский и Сунженский полки формировались из новых станиц, населенных в основном казаками-переселенцами или причисленными к ним русскими крестьянами.

После окончания Кавказской войны потребность империи в казаках-колонизаторах отпала. С конца 1860-х гг. терское казачество становится замкнутой сословной группой. Стать терским казаком было почти невозможно. В казаки могли быть приняты нижние чины регулярной армии, но при условии, что они имеют родственников-казаков, а в станицах, где они планируют поселиться, для них найдется достаточно свободной земли [Тхамокова, 2004, с. 236].

Во второй половине XIX в. казачество стало самым крупным земельным собственником на Северном Кавказе. В образованной в 1860 г. Терской области доля казачьего населения составляла 17,9 %, но при этом казакам принадлежала почти третья часть всего земельного фонда области [Ратушняк, 1989, с. 84]. Накануне революции 1917 г. в собственности Терского войска было уже около двух третей всей областной земли – 1 964 109 десятин [Писаренко, 2016, с. 35]. Казакам отводилась лучшая земля, а другие категории населения вынуждены были существовать и выживать в условиях сельскохозяйственного неудобья.

Имперской властью были установлены нормы казачьих земельных наделов. На одного казака в возрасте от 17 лет полагалось не менее 30 десятин земли. Для сравнения, средний душевой надел крестьянства Европейской России в 1860 г. составлял всего 3,5 десятин, а в 1900 г. еще меньше – 2,6 десятины [Ратушняк, 1989, с. 25].

Передел северокавказской земли, которым российская администрация занималась в 1850–1870-е гг., проходил всегда в пользу казачества и в ущерб коренному населению. Значительной части земли лишились караногайцы, кочевавшие между Тереком и Кумой. К началу XIX в. они занимали территорию в 1 103 724 десятины земли [Гриценко, 1972, с. 39]. Регулярные захваты караногайских земель в пользу терских казаков санкционировались российской администрацией с 1811 г., когда пять казачьих станиц получили 9906 десятин лучшей караногайской земли. Несколько лет спустя у караногайцев было отторгнуто еще 37 837 десятин [Гриценко, 1972, с. 39]. В 1863 г. караногайцы лишились сразу 175 720 десятин, которые отошли трем полкам Терского войска [Гриценко, 1972, с. 40].

Караногайцы шли на заработки в казачьи станицы, где нанимались садовниками и чернорабочими. Занимались они и перевозкой грузов на кизлярские рынки.

Лучшей земли лишились и другие северокавказские народы: кабардинцы, ингуши, чеченцы. Именно земельный вопрос был причиной и катализатором взаимной неприязни казаков и горцев. О заметном кризисе в горско-казачьих взаимоотношениях писал в 1884 г. журналист Я.В. Абрамов: «Во время моего пребывания в Терской области меня страшно поразила взаимная ненависть, которую питают друг к другу два главных элемента населения области – казаки и туземцы; ненависть проявляется в чувствах и воззрениях казаков и туземцев и в тысячах столкновений тех и других друг с другом» [Абрамов, 2011, с. 21].

Терскому войску принадлежала не только лучшая земля, но и водные ресурсы. В безвозмездном пользовании терского казачества находилось 1625 кв. верст морских вод – побережье Каспия с рыбными промыслами [Бурда, 2016, с. 36]. Казаки обладали исключительными правами на рыболовство в главных реках Терской области – Тереке, Сунже, Малке. Терское войско распоряжалось соляными промыслами и каменоломнями. Нефтепромышленники, разрабатывавшие с 1893 г. грозненские месторождения «черного золота», ежегодно выплачивали войску два миллиона рублей арендной платы [Бурда, 2016, с. 37].

Терское казачество превратилось в главного собственника на Центральном и Северо-Восточном Кавказе. Казакам принадлежали вода, земля и ее недра. Для вытесненного из традиционной экологической ниши коренного населения казак стал главным врагом, забравшим все, что когда-то принадлежало предкам. Обиды накапливались, а с ними укреплялись реваншистские настроения.

Ослабление центральной российской власти, которое вызвала революционная смута, стало предпосылкой для открытого горско-казачьего столкновения. Осенью 1917 г. ингуши атаковали сунженские казачьи станицы. «Получилось стихийное наступление с гор на станицы и на русские поселения, при этом наступление организованное и со всеми признаками вооруженной войны», – писал в своих воспоминаниях активный участник революции и Гражданской войны на Тереке полковник Д.С. Писаренко [Писаренко, 2016, с. 92].

В ноябре была уничтожена станица Фельдмаршальская, население которой бежало, оставив дома и хозяйство. Терским казакам трудно было оказать организованное сопротивление ингушам, большая часть боеспособного мужского населения была на фронтах Первой мировой войны. Но казаки Нестеровской и Карабулакской станиц смогли на время остановить ингушское продвижение вглубь войсковых территорий. Терское войсковое правительтельство пыталось договориться с горцами, но попытки эти не имели заметного успеха. «Примирительные протоколы писались, все эти установления на бумаге сочинялись, казачьи делегаты с горскими в знак вечной дружбы целовались и клялись в искренности, а на станицы, опутавшиеся окопами и проволокой, продолжали дружно наседать горцы, и там ежедневно и ежечасно лилась непрерывно кровь...», – вспоминал Д.С. Писаренко [Писаренко, 2016, с. 95].

Горско-казачья война стала прологом Гражданской войны на Тереке, в результате которой казаки лишились всего, что так долго завоевывали и присваивали.

Летописец Кавказской войны В.А. Потто в одном из своих трудов отметил, что «ни казаку не удержаться бы перед горцами без помощи государства, ни государству с одной регулярной армией не одолеть бы беспокойного Кавказа» [Потто, 1994, с. 96–97]. Эти слова точно объясняют не только расцвет казачьих социумов, но и причину их катастрофы. Терское казачество, как и другие российские казачьи сообщества, разделило судьбу Российской империи. Казаки Терека были насильно связаны с империей еще в петровскую эпоху, когда произошел слом горско-казачьей системы мирных отношений, основанной на сбалансированном использовании экологических ресурсов. Малочисленное казачество, которое занималось, в основном, военными экспедициями и рыбным промыслом, было для горских обществ партнером и/или союзником, а если и случалась вражда, то она быстро утихала, не принося масштабных жертв и тотального разрушения.

Включение терского казачества в колониационные структуры Российской империи сделало невозможным гармоничное сосуществование казаков с горцами. Массовые правительственные переселения казаков с Дона, Хопра, Волги, Днепра на Терек резко увеличили численность казачьего населения. У новых поселенцев не было опыта взаимодействия с коренными народами региона, они были свободны от ментальных ограничений и императивов. Горцев казаки воспринимали как конкурентов в борьбе за существование, выдавливая их при помощи государства с лучших территорий. Российская империя выступила гарантом казачьих прав и многочисленных привилегий. С крахом государства Романовых испарились все легитимные основания, на которых стояла богатая и доходная казачья войсковая собственность. За два века терское казачество «разучилось» жить среди горцев без государства и не смогло удержаться в водовороте трагических событий 1917–1920 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамов Я.В. Кавказские горцы. Нальчик, 2011.
Бурда Э.В. Терское казачье восстание. 1918 год. Нальчик, 2016.
Гриценко Н.П. Горский аул и казачья станица Терека накануне Великой Октябрьской социалистической революции. Грозный, 1972.
Заседателева Л.Б. Терские казаки (середина XVI – начало XX вв.). Историко-этнографические очерки. М., 1974.
Писаренко Д.С. Терское казачество: Три года революции и борьбы. 1917–1920 гг. Материалы и воспоминания. М., 2016.
Потто В.А. Кавказская война. Т. I. Ставрополь, 1994.

Ратушняк В.Н. Сельскохозяйственное производство Северного Кавказа в конце XIX – начале XX века (к проблеме развития аграрного капитализма). Ростов н/Д, 1989.

Тхамокова И.Х. Основные этапы формирования Терского казачества // Мир славян Северного Кавказа / под ред. О.В. Матвеева. Вып. 1. Краснодар, 2004.

ТЕХНОЛОГИИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ТЕРРОРИЗМУ В МОЛОДЕЖНОЙ СРЕДЕ ГЛАЗАМИ МОЛОДЕЖИ

М.М. Шульга

Институт социально-экономических и гуманитарных исследований ЮНЦ РАН,
г. Ростов-на-Дону, Ставрополь
shulgamm@mail.ru

В последнее время одной из тревожных проблем современного российского общества является рост террористических настроений, особенно среди студенческой молодежи, сопровождаемый негативными, разрушительными тенденциями: возрождением национализма, усилением различных форм ксенофобии, проникновением элементов идеологии нетерпимости в культуру.

В сентябре 2017 г. в рамках реализации проекта «Тенденции террористической активности на Северном Кавказе в региональном и международном контексте» были проведены фокус-группы в трех учебных заведениях г. Ставрополя: аграрном университете, краевом художественном училище и Северо-Кавказском федеральном университете. В соответствии с методикой проведения фокус-групп, для обеспечения объективности условий сопоставимости мнений участников, в каждом учебном заведении организовано 2 фокус-группы. В каждой фокус-группе участвовало по 10 человек. Таким образом, в исследовании приняли участие 60 человек, из них: 48 % – юноши, 32 % – девушки; 33 % – студенты младших (1–2) курсов, 67 % – студенты старших (3–4) курсов; 47 % – русские, 50 % – представители национальностей Северного Кавказа, 3 % – представители других национальностей; 50 % – христиане, 50 % – мусульмане; 65 % – получают гуманитарное образование, 35 % – техническое.

Такой метод анализа проблемы был выбран для того, чтобы получить наиболее полное представление о взглядах молодых людей на актуальный вопрос о путях вовлечения молодежи в террористическую деятельность, оценить угрозы террористического влияния на молодежь региона, определить оптимальные пути противодействия терроризму в молодежной среде региона.

Проведенные фокус-группы показали, что большинство участников исследования признают наличие угроз распространения террористических взглядов в молодежной среде региона и приводят факты из своей повседневной жизни: *«Сейчас у нас реально существует эта проблема. Пример элементарный. Я живу в общежитии, где живут студенты, представляющие разные религии: мусульмане, христиане. Они все разных национальностей и их объединяет одна религия. Две девочки. Одна другой говорит: “Если ты будешь убивать людей и будешь молиться, ты попадешь в рай. Если ты будешь хорошо работать и воспитывать детей, и не будешь молиться, то ты попадешь в ад”. Понимаете, такие разговоры они ведут между собой! Идет полная вербовка, понятное дело!»; «Мы понимаем, что там работает профессиональный психолог, который вербует наших студентов, молодежь. И сейчас, мы прекрасно понимаем, что в Сирию инженеров и медиков забирают, потому что именно они им нужны. Именно за такими группами, институтами нужно хорошо следить».*

Основной группой риска, по мнению участников дискуссии, являются *«ребята, которые никуда не ходят и просто остаются “за бортом”, а вечером они ходят на всякие гулянки, и, естественно, там бывают конфликты... Мне кажется с такими ребятами надо... беседы проводить. Надо в институте собирать, чтобы приезжали и объясняли, что вот так нельзя, что возле лифта нельзя молиться – это не то место. С активистами – да, надо участвовать больше в разных мероприятиях, а с такими пацанами, которые любят погулять, их очень много, с ними надо больше беседовать...».*

В качестве группы риска названо также студенчество в целом: *«Я бы еще хотел отметить уязвимость студентов в плане вербовки... они в определенный момент оторваны от родительского дома, входят, как говорится, во взрослую жизнь, могут неправильно сориентироваться, с точки зрения каких-то жизненных ценностей, и впитать в себя негативную информацию»; «Особенно молодежь, которая приезжает, поступает на первый курс – им всего по 17–18 лет. Им свойственно скучать по дому, у них пока здесь мало знакомых, они в таком состоянии, что им нужно с кем-то поделиться, рассказать...».*

Основными причинами распространения экстремизма и терроризма в молодежной среде региона, по мнению участников дискуссии, являются: 1) психолого-возрастные особенности молодежи; 2) целенаправленная профессиональная вербовка; 3) социальные сети как основной посредник вербовки; 4) необходимость зарабатывать деньги; 5) влияние нетрадиционных религий; 6) плохое воспитание и образование.

Поляризованные мнения получены по поводу оценки уровня террористических угроз в регионе. Комментируя стереотип «Северный Кавказ – основной источник террористической угрозы в стране», половина участников исследования высказала мнение, что такой стереотип является необъективным, устаревшим и сформировался вследствие информационного воздействия на общественное мнение россиян, как факт исторической памяти. При этом участники исследования – представители народов Северного Кавказа считают этот стереотип обидным.

Другая половина участников исследования считают наличие таких стереотипов обоснованным, т.к.: большинство террористов – «кавказцы»; в национальных республиках у молодежи нет работы, денег, низкий уровень образования, для них террористическая деятельность становится единственным доступным способом заработать на жизнь себе и своей семье.

Для выяснения мнения участников исследования о способах профилактики экстремизма и терроризма в молодежной среде региона были предложены вопросы двух видов: ситуационные и прямой.

Анализ ответов на ситуационный вопрос: «Вы узнаете, что Ваш друг (подруга) стали приверженцами террористических идей. Что Вы будете делать?», позволяет сконструировать ранжированный ряд возможных способов разрешения индивидуальных ситуаций и модели поведения молодых людей в случае столкновения с реальной угрозой вовлечения в террористическую деятельность. Приоритетным во всех фокус-группах ответом стал: *«поговорить с другом по душам», «выяснить причины», «переубедить», оградить от «дурного влияния», т.е. решать вопрос самостоятельно. В отдельных случаях предлагалось даже использование физической силы: «Сначала побил бы его... Если я его просто оставляю, то я его предал, это же друг...». К этой же группе – способов самостоятельного решения проблемы – можно отнести ответы: «перестану общаться», «отвлечь». В ходе обсуждения этого вопроса в колледже связи было предложено воздействовать на индивида общественным мнением – рассказать всем вокруг, в соцсетях о существующей проблеме, чтобы все дружно пытались переубедить индивида.*

В случаях, если не получается самостоятельно справиться с проблемой, молодые люди ориентированы на обращение к авторитетным старшим: *«Если бы я не смог его переубедить, то попытался найти человека, у которого было бы больше аргументов и доказательств, чтобы переубедить его». К такой категории людей участники дискуссии относят: родителей, священнослужителей, молодежных и национальных лидеров, профессиональных психологов.*

В единичных случаях было предложено обращаться в специализированные структуры учебного заведения.

На последнем месте стоит вариант: «обратиться в полицию», который рассматривается молодыми людьми как крайне нежелательный: *«нужно выяснить, что за человек подействовал на него и заставил поменять мировоззрение, и уже с тем человеком, который на него воздействовал, разбираться и сдавать его в полицию. Или же самим как-то наказывать»; «Если это [интерес к террористическим идеям] уже слишком радикально, переходит все границы, то, может, я бы заявил в полицию. Но это не точно... Почему не точно? Не могу ответить на этот вопрос»; «мне кажется это не мое дело обращаться в соответствующие органы, потому что, если я не могу понять, исходит ли зло от этого человека, как я могу решать его судьбу? Я могу лишь сказать его родителям... это дело родителей сообщать в органы, это не мое дело»; «насчет полиции, я бы не пошла... Портить жизнь другу, дорогому человеку я бы не стала»; «Лучше пойти его в больницу сдать, пусть он там отсидит, чем пойдет, там умрет или кого-то убьет. А насчет того, сдать ли его в правоохранительные органы, я не думаю, что я бы это сделал».*

Понимание необходимости обращения в специализированные органы для обеспечения общественной безопасности встречается редко: *«Это как предотвратить теракт, т.е. если он говорит, что он сделает это, и ты знаешь, что он это сделает, пойдет до конца, и ты не сможешь его переубедить, то зачем рисковать жизнями чужих людей. В данном случае можно просто сдать его в органы». Напоминание, что в уголовном кодексе существует статья о недоносительстве, вызвало преимущественно негативную реакцию: «Специально сделали, чтобы сдавали, потому что будут бояться, вот я не сдам, а меня посадят, он от безысходности пойдет, сдаст».*

Прямой вопрос о наиболее эффективных способах противодействия терроризму в молодежной среде позволил выявить общие практики, способные, по мнению участников дискуссии, оказать реальное воздействие на молодых людей. Полученные ответы можно сгруппировать следующим образом:

1. **Воспитательно-профилактические мероприятия:** *«нужно делать упор именно на воспитание, прежде всего, родителями»; «воспитывать толерантность, терпимость к различиям, и также ... критичность к воспринимаемой информации, то есть правильно, адекватно оценивать то, что ты слышишь, видишь, и делать выводы, все хорошенько обдумав».*

Наиболее эффективным методом воспитательной работы, по мнению участников дискуссии, остается беседа: *«с ребятами нужно побольше беседовать, выявлять, чем они дышат, чем они занимаются»; «с молодежью нужно сейчас разговаривать, потому что мы только так сможем выявить проблемы, потому что идет реально серьезная вербовка»; «религия, лидеры, им очень доверяют ... лидер [молодежный] должен быть один и вести за собой свое поколение».*

Признавая необходимость целенаправленных профилактических бесед, участники дискуссии отмечают их формальность и малую эффективность в настоящее время: *«нужно дать этому другое название. Какая мысль возникает у нас сразу в голове, когда слышим "профилактика"? Сейчас придет полиция, сейчас начнет мне втирать, никто ничего не будет слушать. Нужно другой формат выбирать для всех классных часов именно такой направленности, потому что они уже приелись...»; «в школах проводили беседы – они нам помогли, потому что они были по факту, они были другой подачи, они были когда 20 человек в классе всего сидит, сейчас же там сидят 300 человек. Информацию не донесли, а просто показали, т.е. пришел, рассказал, ушел. Донес, не донес – не мои проблемы, я выступил, с меня хватит. Тупо для отчетности»; «возможно, какие-либо видеоролики, фильмы художественные, документальные, всевозможные, которые будут потом показываться по телевидению, в кинотеатрах, – что-то неформальное»; «изучать историю, историю не только государства, но и народа»; «проводить различные лекции, тренинги против терроризма».*

2. **Досугово-творческие мероприятия:** *«проведение каких-то досуговых мероприятий просветительского характера, светского характера, квесты, беседы, форумы»; «нужно увлекать молодежь, нужно открывать разные секции – нужно завлечь чем-то другим ... забить их свободное время секциями, чтобы они не просто слонялись по улицам, а чем-то занимались другим»; «проводить встречи в неофициальной обстановке... какие-то дружественные встречи».*
3. **Направления действий экономического характера:** *«нужно создавать рабочие места для студентов, именно для студентов»; «нужно обеспечить занятость, стабильность, но помимо всего этого стараться поднимать культуру человека, воспитывать в нем нравственность и мораль»; Активная работа в социальных сетях: «должен быть сделан акцент на социальные сети, потому что большинство молодежи как-то связано с соцсетями и больше информации получается оттуда».*
4. **Шире использовать психологические методы:** *«Неплохо было бы по такой теме проводить какие-либо психологические тренинги. Потому что психология у нас у всех разная. И когда приходит человек, квалифицированный психолог, он проводит беседы, и ты можешь научиться вести себя спокойнее в обществе, ты можешь научиться переживать конфликты более безболезненно, т.е. ты, в принципе, можешь помочь всем людям. Абсолютно всем».*
5. **Усилить наказание за терроризм:** *«Я бы, если честно, ввел бы смертную казнь. Для тех, кто вербует...»; «Если за это [терроризм] будет смертная казнь, это возможно кого-то остановит».*

Таким образом, для предотвращения распространения терроризма в молодежной среде участниками исследования были предложены, прежде всего, интерактивные технологии работы, оптимально соответствующие молодежному возрасту.

Публикация подготовлена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 13 «Пространственное развитие России в XXI веке: природа, общество и их взаимодействие. Проблемы развития полиэтничного макрорегиона в условиях дестабилизации Каспийско-Черноморского зарубежья».

**МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ОКЕАНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ:
СОВРЕМЕННЫЕ ФАКТЫ, МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА»
ПАМЯТИ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН Д.Г. МАТИШОВА**

ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВНУТРЕННИХ ВОЛН
В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АТЛАНТИКЕ В 2014–2015 гг.

К.С. Григоренко¹, С.М. Хартиев²

¹Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
klim_grig@mail.ru

Изучены гидрологические условия формирования внутренних волн на основе данных STD-профилирования, полученных в 39-м и 40-м рейсах научно-исследовательского судна «Академик Сергей Вавилов». Рассмотрена термохалинная структура водных масс Атлантического океана в районе исследований и проведено районирование изучаемого полигона на основе различий гидрологических условий. Выявлено, что поверхностный слой на станциях в районе разломов Долрамс и Богданова имеет меньшую соленость и более высокую температуру, пикноклин расположен глубже, его толщина больше, за счет чего формируется иной гидродинамический режим внутренних волн в районе этих разломов по сравнению со станциями, расположенными в районе разлома Вима. В работе используются данные STD-профилирования, полученные в 39-м и 40-м рейсах научно-исследовательского судна «Академик Сергей Вавилов» (рис. 1). Профилирование выполнялось с помощью глубоководного пробоотборного комплекса SBE-32 со смонтированным на нем STD-зондом Sea-Bird 19plus. Полученные данные обрабатывались при помощи программного обеспечения фирмы-производителя зонда SBE Data Processing.

Рассчитаны кинематические характеристики внутренних волн в районе разломов Вима, Долрамс, Богданова Срединно-Атлантического хребта. Построены дисперсионные кривые для каждой станции полигона, проанализированы режимы затухания волнового процесса (периодический и аперриодический), рассчитаны временные декременты модального состава внутренних волн. Выявлено, что на станциях, на которых слой скачка

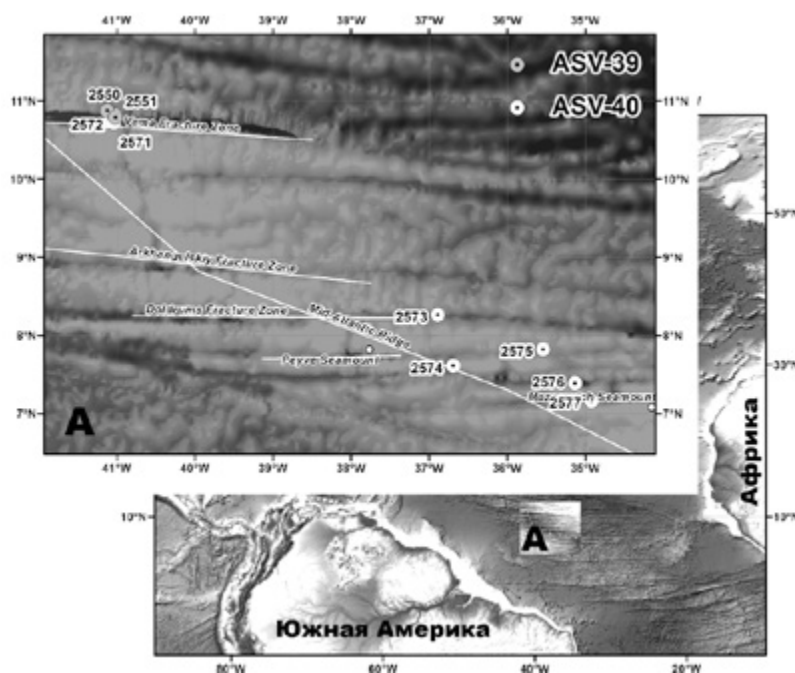


Рис. 1

Расположение экспедиционных станций во время 39-го и 40-го рейсов
НИС «Академик Сергей Вавилов» в 2014 и 2015 гг.

при соизмеримом общем перепадом плотности имеет большую толщину, в высокочастотной области спектра формируется более широкий волновод, а внутренние волны высших 5 мод имеют более высокие частоты при одинаковых длинах (рис. 2).

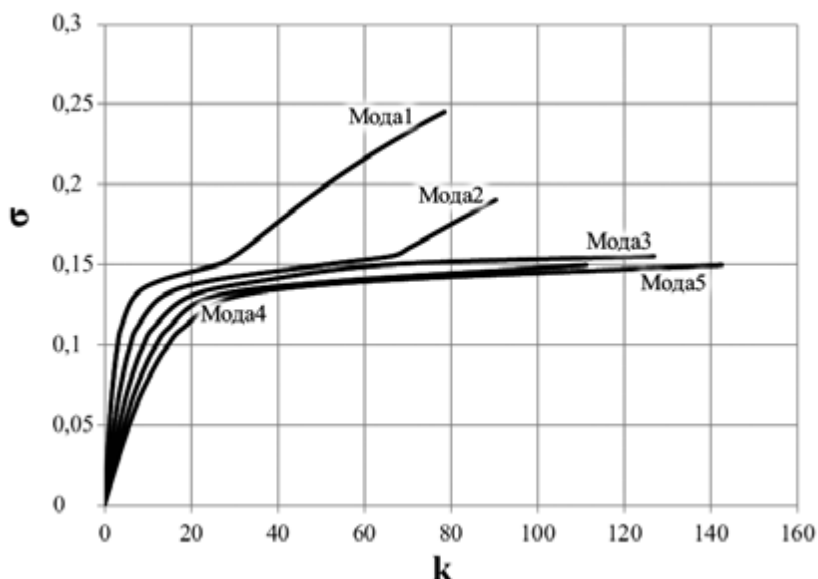


Рис. 2

Дисперсионные кривые внутренних волн на станции 2569 в безразмерном виде

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА КАМЧАТСКОГО КРАБА БАРЕНЦЕВА МОРЯ В СВЯЗИ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

А.Г. Дворецкий, В.Г. Дворецкий

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
dvoretskiya@mmbi.info

Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* был вселен в Баренцевом море в 1960-х гг. К настоящему времени вид сформировал новую самовоспроизводящуюся популяцию [Кузьмин, Гудимова, 2002]. Промысел краба в российских водах Баренцева моря начат в 2004 г. [Dvoretzky, Dvoretzky, 2014, 2015]. Исследования вида затрагивают многие аспекты его биологии [Дворецкий, Дворецкий, 2010, 2013, 2014а, 2016; Павлова, 2015; Стесько, 2015]. На любой вид в составе морских сообществ действуют не только биотические факторы (конкуренция, влияние хищников, паразитов, разнообразные трофические связи и т.д.), но и внешние условия, прежде всего климатические факторы.

Связь между климатическими факторами, численностью и обилием камчатского краба изучалась ранее на примере ювенильных особей в прибрежной зоне Кольского п-ова [Дворецкий, Дворецкий, 2014б]. Цель настоящей работы – оценить влияние климатических факторов на численность и промысловый запас камчатского краба в открытой части моря.

Данные по индексам численности камчатского краба в открытом море, оцененные по данным траловых уловов, были взяты из опубликованных материалов [Dvoretzky, Dvoretzky, 2016]. В качестве климатических

факторов были выбраны индекс Северо-Атлантического колебания (NAO), индекс Арктического колебания (АО) и средняя температура воды Мурманского прибрежного течения (ст. 1–3 стандартного разреза «Кольский меридиан»). Камчатский краб представляет собой относительно долгоживущий донный вид, поэтому для анализа его динамики в связи с внешними факторами использовали данные не только текущего года, но и предшествующих 10 лет, поскольку именно столько составляет возраст промысловых самцов. В работе рассматривается период с 1995 по 2011 г., когда оценка численности краба проводилась по единой методике.

В 1995–1997 гг. общая численность краба варьировала от 272 до 510 тыс. особей. С 1998 г. произошло повышение индекса, и к 2003 г. он достиг максимума (около 20 млн экз.). С 2004 г., когда начался промысел вида, общее количество колебалось в диапазоне 8,4–19,2 млн особей (рис 1А). Основной чертой динамики промыслового запаса камчатского краба (количество самцов с шириной карапакса более 150 мм) было его поступательное увеличение начиная с 1995 г. (рис. 1Б). За девятилетний период количество промысловых особей возросло от 167 тыс. до 13,4 млн особей. После 2004 г. происходило плавное снижение промыслового запаса *P. camtschaticus* (рис. 1Б). С 2004 по 2010 г. промысловый запас уменьшился почти в 5 раз с 9,5 до 1,6 млн экз., в 2011 г. он составил 3 млн особей.



Рис. 1

Динамика общей численности (А) и промыслового запаса (Б) камчатского краба в открытой части Баренцева моря в 1995–2011 гг.

Климатическая система Баренцева моря в 1985–2011 гг. отличалась значительной динамичностью; периоды потепления и похолодания чередовались друг с другом [Matishov et al., 2009, 2012a]. Вплоть до 1988 г. регистрировалось общее снижение уровня теплосодержания водных масс в южной части моря, что проявилось не только в снижении средней температуры воды в прибрежной ветви Мурманского течения, но и в отрицательных величинах индексов глобальной атмосферной циркуляции. Начиная с 1989 г. отмечены положительные значения зимнего индекса, сходные тенденции отмечены и для индексов АО. Усиление притока атлантических вод [Matishov et al., 2009] проявилось в общем увеличении температуры воды в южной части Баренцева моря. Таким образом, наступил период потепления, который в целом продолжался до 2009 г. [Матишов и др., 2011]. Уровень теплового состояния вод на разрезе «Кольский меридиан» в этот период характеризовался как теплый и аномально теплый [Dvoretzky, Dvoretzky, 2016].

Применение метода главных компонент и корреляционного анализа позволило выявить основные взаимосвязи между индексами численности краба и климатическими показателями. Так, общая численность была отрицательно связана с индексом NAO в августе и положительно – с температурой воды в конце зимы и в начале лета. Промысловый запас имел отрицательную связь с индексом АО в августе (со сдвигом на 1 год назад) и зимним индексом NAO (со сдвигом на два года). Общая численность краба имела сильную положительную связь с температурой воды в весенний и летний период и с обоими климатическими индексами в апреле и мае текущего года. В то же время отмечены взаимосвязи между промысловым запасом краба и индексами NAO в феврале и августе со сдвигом на 9 и 10 лет назад [Dvoretzky, Dvoretzky, 2016]. Это связано с тем, что основу промыслового запаса составляют половозрелые самцы возрастом 10 лет и выше [Dvoretzky, Dvoretzky, 2010, 2013, 2014]. Следовательно, благоприятные температурные условия оказывают положительное влияние на выживаемость и жизнеспособность молоди краба, что находит свое отражение после 9–10-летнего периода, когда эти крабы пополняют промысловую часть популяции.

Помимо прямого положительного влияния температуры на выживаемость краба, стоит учитывать и ее опосредованное воздействие. В частности, известна положительная связь между биомассой бореальных видов

бентоса и температурой воды [Фролова и др., 2007; Матишов и др., 2011]. Поскольку основу рациона камчатского краба составляют именно такие представители донной фауны, можно утверждать, что при потеплении возрастает их численность и доступность как кормового ресурса для камчатского краба.

Кроме того, нельзя не отметить взаимосвязи пелагической и донной биоты. В периоды потепления, когда в арктических морях количество льда снижается, продолжительность вегетационного периода первичных продуцентов возрастает [Дворецкий, Дворецкий, 2015]. В целом это ведет к повышению суммарной биомассы микроводорослей, особенно в тех районах, где летом за счёт океанографических процессов происходит возобновление запасов биогенов в водной толще. Повышение первичной продукции ведет не только к увеличению биомассы потребителей фитопланктона [Дворецкий, Дворецкий, 2015], но и к повышению количества отмершей органики, которая достигает дна. За счет этого дополнительного источника питания происходит развитие донной фауны, но итоговое повышение биомассы массовых бентических организмов происходит не сразу, а с некоторой задержкой, которая может составлять 3–7 лет [Matishov et al., 2012b].

Не менее важный аспект – это то, что камчатский краб является промысловым видом. Антропогенное влияние на итоговую общую численность и промысловый запас путем изъятия части популяции может маскировать воздействие климатических факторов. Тем не менее ряд работ [Chabot et al., 2008; Bechtol, Kruse, 2009] свидетельствует о том, что потепление или похолодание более существенно сказывается на продуктивности промысловых видов, причем такое влияние не однозначно: с одной стороны повышенная температура способствует росту численности, с другой стороны наблюдается некоторое повышение естественной смертности за счет влияния хищников, численность которых в период, благоприятствующий размножению, также возрастает [Glantz, 1992].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. Влияние климатических факторов на молодь камчатского краба в прибрежье Баренцева моря // Вопросы рыболовства. 2014б. Т. 15. № 4. 434–442.

Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. Динамика популяционных показателей камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в губе Дальнезеленецкая Баренцева моря в 2002–2008 гг. // Вопросы рыболовства. 2010. Т. 11. № 1(41). С. 100–111.

Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. Исследование сообщества обрастателей камчатского краба в губе Дальнезеленецкая в 2011 году // Рыбное хозяйство. 2016. № 2. С. 57–59.

Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. Некоторые черты биологии камчатского краба в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море) в летний период // Рыбное хозяйство. 2013. № 5. С. 79–84.

Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г. Особенности биологии камчатского краба в прибрежье Баренцева моря в летний период // Вестник СПбГУ. 2014а. Сер. 3. Вып. 1. С. 5–13.

Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Экология зоопланктонных сообществ Баренцева моря и сопредельных вод. СПб.: Реноме, 2015. 736 с.

Кузьмин С.А., Гудимова Е.Н. Вселение камчатского краба в Баренцево море. Особенности биологии, перспективы промысла. Апатиты: КНЦ РАН, 2002. 236 с.

Матишов Г.Г., Моисеев Д.В. и др. Гидробиологические индикаторы циклических изменений климата Западной Арктики в XX–XXI вв. // Вестник ЮНЦ РАН. 2011. Т. 7. № 2. С. 54–68.

Павлова Л.В. Экологический рацион камчатского краба в прибрежной мелководной зоне Баренцева моря // Доклады академии наук. 2015. Т. 463. № 2. С. 244–249.

Стесько А.В. Распределение и состояние запаса камчатского краба в территориальных водах России в Баренцево море // Вопросы рыболовства. 2015. Т. 16. № 2. С. 175–192.

Фролова Е.А., Любина О.С. и др. Влияние климатических изменений на зообентос Баренцева моря (на примере нескольких массовых видов) // Доклады академии наук. 2007. Т. 416. № 1. С. 139–141.

Bechtol W.R., Kruse G.H. Reconstruction of historical abundance and recruitment of red king crab during 1960–2004 around Kodiak, Alaska // Fisheries Research. 2009. V. 100. P. 86–98

Chabot D., Sainte-Marie B. et al. Atlantic cod and snow crab predator – prey size relationship in the Gulf of St. Lawrence, Canada // Marine Ecology Progress Series. 2008. V. 363. P. 227–240.

Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Commercial fish and shellfish in the Barents Sea: Have introduced crab species affected the population trajectories of commercial fish? // Reviews in Fish Biology and Fisheries. 2015. V. 25. № 2. P. 297–322.

Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Epifauna associated with an introduced crab in the Barents Sea: a 5-year study // ICES Journal of Marine Science. 2010. V. 67. P. 204–214.

Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Inter-annual dynamics of the Barents Sea red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) stock indices in relation to environmental factors // Polar Science. 2016. V. 10. № 4. P. 541–552.

Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Population dynamics of the invasive lithodid crab, *Paralithodes camtschaticus*, in a typical bay of the Barents Sea // ICES Journal of Marine Science 2013. V. 70. P. 1255–1262.

Dvoretzky A.G., Dvoretzky V.G. Size-at-age of juvenile red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the coastal Barents Sea // Cahiers de Biologie Marine. 2014. V. 55. № 1. P. 43–48.

Glantz M. Climate variability, climate change, and fisheries. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 450 p.

Matishov G., Moiseev D. et al. Climate and cyclic hydrobiological changes of the Barents Sea from the twentieth to twenty-first centuries // Polar Biology. 2012b. V. 35. P. 1773–1790.

Matishov G.G., Dzhenyuk S.L. et al. Climate and oceanographic processes in the Barents Sea // Berichte zur Polarforschung. 2012a. V. 640. P. 63–73.

Matishov G.G., Matishov D.G., Moiseev D.V. Inflow of Atlantic-origin waters to the Barents Sea along glacial troughs // Oceanologia. 2009. V. 51. P. 321–340.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ (ноябрь – декабрь 2015 г.)

Т.Г. Ишкулова, И.А. Пастухов

Мурманский морской биологический институт, г. Мурманск
ishkulova@mmbi.info

В ходе экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы» (3 ноября – 13 декабря 2015 г.), выполненной в рамках тем госзаданий при финансовой поддержке ФАНО, были произведены исследования гидрохимического комплекса в северо-западной части Баренцева моря (рис. 1): растворенного в воде кислорода, водородного показателя и биогенных элементов (фосфора фосфатного, кремния, азота нитритного и нитратного). Работы произведены стандартными методами согласно соответствующим РД [Руководство ... 1993].

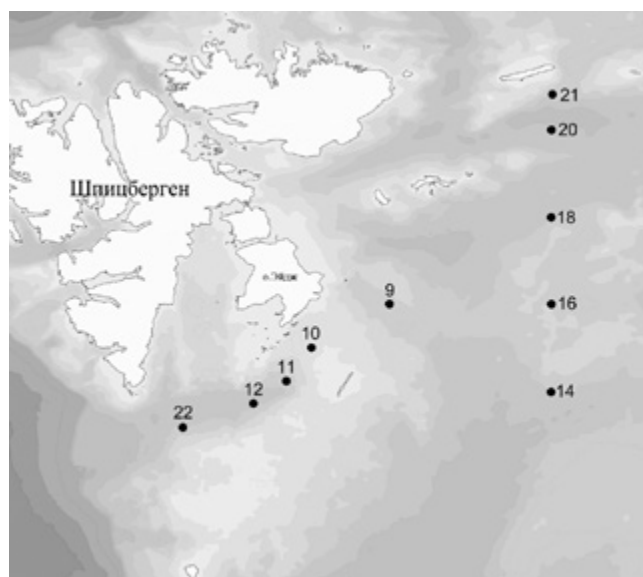


Рис.1

Район исследований в северо-западной части Баренцева моря (ноябрь – декабрь 2015 г.)

Северо-западная часть Баренцева моря характеризуется низкими температурами водных масс и воздуха, плавучими льдами и айсбергами. Данные условия делают затруднительным исследование в этом районе, который, однако, представляет большой научный интерес для изучения процессов климатических изменений и водообмена в местах расположения фронтальных зон.

С третьей декады ноября в Баренцевом море начинается гидрологическая зима. В водных массах начинается характерное для данного сезона выхолаживание и активное конвективное перемешивание. Величины параметров гидрохимического комплекса на рассматриваемом участке Баренцева моря изменяются в широких пределах, особенно в зоне расположенного в данном районе полярного фронта [Гидрохимические ... 1992; Матишов, 2011; Химические ... 1997].

На северном участке (станции 14–21) водные массы по гидрологическим данным находятся под влиянием холодного течения Персея. Арктические воды в этом районе распространяются от поверхности до глубины 105 м. Ниже располагаются глубинные атлантические воды. Западный участок исследованной акватории (станции 9–12 и 22) находится в зоне смешения Восточно-Шпицбергенского и Южно-Шпицбергенского течений [Матишов, 2011]. Последнее на момент наших исследований было самым теплым (до 4 °С) и соленым (до 35 ‰) [Рейсовый отчет ... 2015].

Нами выявлены некоторые общие тенденции в распределении гидрохимических параметров на исследованной акватории. Наблюдается уменьшение количества нитратного азота с запада на восток (средневзвешенное для ст. 22–11,1 мкг-ат/л, а для ст. 16–7,6 мкг-ат/л). На станциях 14–21 нами выявлено уменьшение содержания нитритного азота с юга на север (рис. 2).

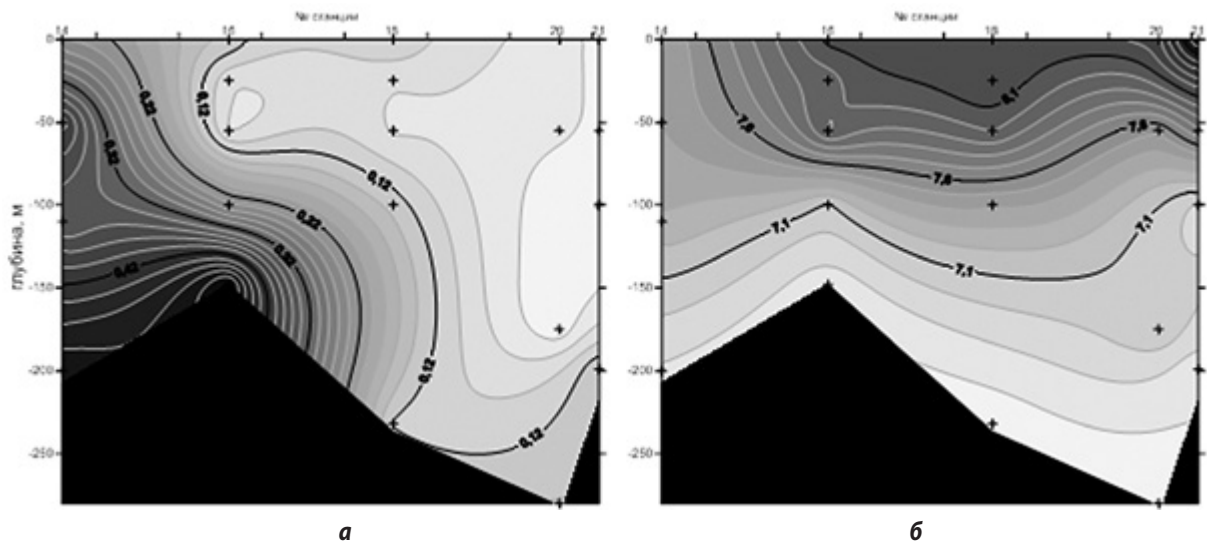


Рис. 2
Распределение (а) нитритного азота (мкг-ат/л) и (б) кислорода, мл/л

Растворенный кислород – один из показательных гидрохимических параметров водных масс, который может служить индикатором распространения атлантических вод на северном участке [Адров, 1982; Норина, 1965]. Эти воды характеризуются минимальными количествами кислорода – до 6,8 мл/л (87 % насыщенности) (рис. 2). Также глубинным атлантическим водам свойственны довольно высокие значения концентрации остальных биогенных элементов и pH [Гидрохимические ... 1992; Химические ... 1997].

Смещение повышенных концентраций биогенных веществ в более глубокие слои, в места наибольшего скопления органики и скачка плотности характерно для осенне-зимнего периода. Особенно отчетливо эти явления прослеживаются во фронтальных зонах, расположенных над склонами желобов и впадин [Гидрохимические ... 1992; Норина, 1965; Химические ... 1997]. На исследованной акватории нами выявлено увеличение содержания кремния и нитратов от поверхности ко дну. Повышенные величины содержания нитритного азота в придонном слое мы наблюдали на станции 22, 14 и 16 (до 0,53 мкг-ат/л) и на станции 9 на глубине около 50 м (0,49 мкг-ат/л). Станция 9 (где проходит Восточно-Шпицбергенское течение) отличается от всей исследованной акватории наиболее высокими величинами большинства гидрохимических параметров в поверхностном горизонте. Например, содержание кремния достигает 4,71 мкг-ат/л, фосфатного фосфора – 1,73 мкг-ат/л, превышая концентрации этих веществ в известных нам литературных источниках [Гидрохимические ... 1992; Химические ... 1997]. Так как кремний является индикатором прибрежных водных масс, то, вероятно, наблюдаемые нами высокие количества биогенов – терригенного происхождения.

К зиме воздействие процессов выхолаживания и конвекции приводит к выравниванию по глубине всех гидрохимических характеристик [Гидрохимические ... 1992; Химические ... 1997]. В водной толще западной части исследованной акватории нами наблюдалось вертикальное выравнивание содержания нитритов и величин водородного показателя, обычно характерное для зимнего сезона (рис. 3). Однако судя по распределению остальных параметров гидрохимического комплекса в данном районе, скорее всего, это выравнивание – результат смешения водных масс разного генезиса, а также наличия подводной возвышенности в районе станций 10–11.

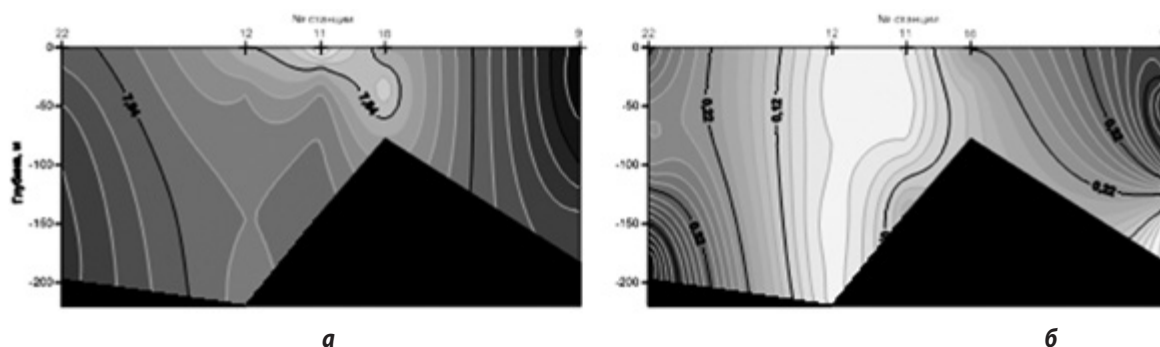


Рис. 3

Распределение (а) водородного потенциала и (б) нитритного азота, мкг-ат/л

На наиболее северных станциях 20 и 21 исследованной нами акватории в поверхностном горизонте отмечено несколько предельных величин – как гидрологических, так и гидрохимических. Так, на станции 21 в продукционном слое зафиксированы самые низкие концентрации нитритного и нитратного азота – 0,04 и 2,63 мкг-ат/л соответственно. Максимальная концентрация и насыщенность кислородом (8,8 мл/л, 105 %) на данной станции – следствие довольно низкой температуры ($-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Представленные величины по нитратному азоту и кислороду несколько выше среднеголетних осенне-зимних значений для севера Баренцева моря [Гидрохимические ... 1992; Жизнь ... 1985].

Таким образом, смешение водных масс различного генезиса сложным образом отражается на параметрах гидрохимического комплекса. Состояние водных масс по типу распределения и величинам исследованных веществ мы относим к окончанию осеннего сезона. Влияние полярного фронта выражается в существенных отличиях величин параметров гидрохимического комплекса как для близких, но, так сказать «расположенных по разные стороны фронта» станций (западный участок), так и для разных горизонтов на одной станции (северный участок).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Адров Н.М. Формирование структуры вод Баренцева моря в осенне-зимний период // Комплексные исследования природы северных морей. Апатиты, 1982. С. 20–22.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 1. Баренцево море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 181 с.
- Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты, 1985. 218 с.
- Матишов Г.Г. и др. Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение). Апатиты, 1997. 404 с.
- Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Жичкин А.П., Моисеев Д.В. Климат морей западной Арктики в начале XXI века // Известия РАН. Серия Географическая. 2011. №3. С. 17–32.
- Норина А.М. Гидрохимическая характеристика северной части Баренцева моря // Тр. ГОИН. 1965. Вып. 83. С. 243–272.
- Рейсовый отчет комплексной экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы» в Баренцево и Гренландское моря (03 ноября – 13 декабря 2015 г.). Архивные материалы, ММБИ КНЦ РАН, 2015 г. 45 с.
- Руководство по химическому анализу морских вод. Руководящий документ. Л.: Гидрометеоиздат, 1993. 263 с.

МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И БИОСТРАТИГРАФИЯ ДРЕВНЕ- И НОВОАЗОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АЗОВСКОГО МОРЯ

Г.В. Ковалева¹, К.В. Дюжова^{1,2}, А.Е. Золотарева¹

¹Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

²Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону

kovaleva@ssc-ras.ru, kristi_kras007@mail.ru

Изучение донных отложений морских бассейнов играет важную роль в ряду палеогеографических и палеоокеанологических исследований. Это объясняется тем, что процесс осадкообразования напрямую зависит от условий среды, и любые изменения климата, характера тектонического режима, уровня моря, биологического разнообразия, гидролого-гидрохимических параметров водоема, в той или иной степени находят свое отражение в строении разреза осадочной толщи. Большой интерес в связи с этим вызывает исследование морских осадков Азовского моря, для которого характерно уникальное сочетание природных условий, влияющих на формирование осадочного покрова морского дна. Данные условия определяются изолированностью этого водоема и его глубиной, близостью источников поступления обломочного материала, активностью проявления гидродинамических процессов, активным развитием гидробионтов.

До исследований, представленных авторами, биостратиграфия морских четвертичных отложений Азовского моря была основана главным образом на материалах изучения моллюсков [Невесская, Невесский, 1960; Невесская, 1963; Барг, Яценко, 2001] и частично – спорово-пыльцевого анализа [Вронский, 1976; Исагулова, 1978]. Данных о нахождении диатомовых водорослей в четвертичных отложениях Азовского моря, за исключением упоминания о находках пары массовых видов [Вронский, Донская, Кутилин, 1974], до работ авторов не было.

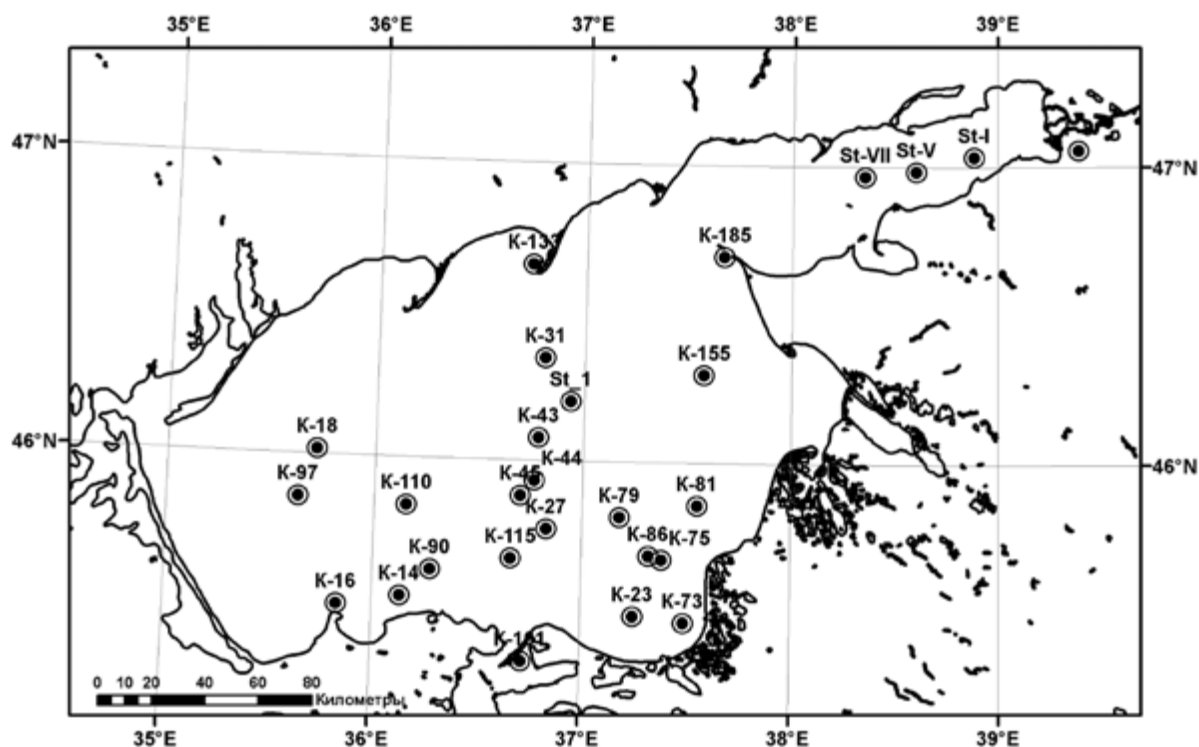


Рис. 1

Карта-схема расположения колонок донных отложений в Азовском море

Материалом для данного исследования послужили 25 колонок донных отложений, отобранные в разных районах Азовского моря при помощи прямооточной грунтовой трубки в период с 2005 по 2016 гг. (рис. 1). За это время был собран и обобщен обширный фактический материал по биостратиграфии (результатам диатомового

и спорово-пыльцевого анализом) и абсолютному возрасту осадков [Ковалева, 2006, 2007, 2008; Матишов et al., 2007, 2009; Ковалева, Золотарева, 2013; Ковалева, Измайлов, Золотарева, 2015, Матишов и др., 2016; Matishov et al., 2013]. Особое внимание уделялось не только закономерностям распределения различных таксонов диатомовых водорослей и пыльцы, но и попыткам реконструировать палеоэкологические условия в бассейне Азовского моря на протяжении истории его существования (последние 6000 лет). Помимо этого, результаты диатомового анализа ново- и древнеазовских отложений были сопоставлены с динамикой трансгрессивно-регрессивных циклов, а также с региональными климатическими изменениями, происходившими в бассейне Азовского моря на протяжении последних 6000 лет.

Диатомовый анализ древнеазовских отложений (6500–3000 лет назад) показал, что эти слои характеризуются большим (по сравнению с новоазовскими отложениями) видовым разнообразием представителей диатомовых водорослей из морского рода *Thalassiosira*. К особенностям отложений этого возраста можно также отнести: наличие слоев с высоким содержанием спор динофитовых водорослей (*Dinophyta*); горизонты с большой численностью спор диатомовых водорослей из рода *Chaetoceros* Ehr. Анализ новоазовских отложений (от 3100 лет до настоящего времени), образовавшихся в течение фанагорийской регрессии и нимфейской трансгрессии, показал общие тенденции в смене видового состава микроводорослей. Во всех колонках отмечено характерное для новоазовских отложений чередование слоев, в которых попеременно доминируют *Actinocyclus octonarius* Ehr., *Actinoptychus senarius* (Ehr.) Ehr. или представители рода *Chaetoceros* sp. Фанагорийская регрессивная стадия развития Азовского моря четко выделяется практически во всех исследованных нами колонках (зона Ha1) (рис. 2). По нашим данным, этот этап длился от 3000 до 1800 ± 100 лет назад. В отложениях этого периода зафиксировано увеличение численности сворок *Actinocyclus octonarius* и его вариантов (40–80 % относительной численности сворок в препарате), что указывает на существование мелководных условий в районе накопления осадков.

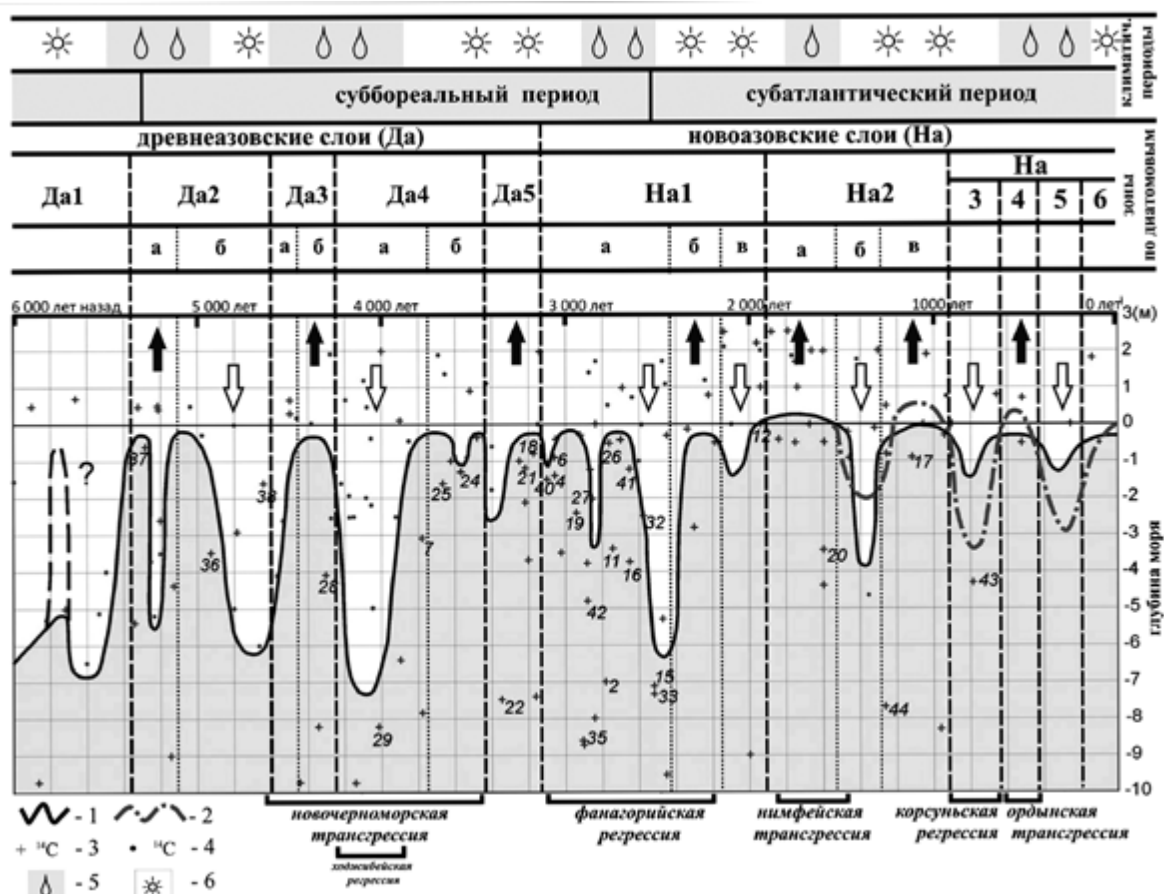


Рис. 2

Корреляция трансгрессивно-регрессивных стадий развития Азовского моря в среднем и позднем голоцене по результатам диатомового анализа и абсолютной геохронологии (по: [Ковалева и др., 2015] с дополнениями): 1 – реконструкция уровня моря по [Измайлов, 2005], 2 – реконструкция уровня моря по [Артюхин, 2012], 3 – радиоуглеродные датировки (раковины моллюсков), 4 – радиоуглеродные датировки (торф), 5 – периоды гумидизации, 6 – периоды аридизации (по результатам спорово-пыльцевого анализа донных отложений Азовского моря)

По отложениям в колонках К-44, К-133, К-97 и К-14 удалось отчетливо выявить кратковременное понижение уровня моря в период около 800 до 600 календарных лет назад, которое мы сопоставляем с этапом корсуньской регрессии (зона На3). В тех же колонках отмечен и этап (от 600 до 400 лет назад), соотносимый с непродолжительной ордынской трансгрессией (зона На4).

Путем сопоставления материалов диатомового анализа с результатами радиоуглеродного датирования, были скорректированы временные интервалы существования трансгрессивно-регрессивных фаз в Азовском море. Корреляция трансгрессивно-регрессивных этапов развития Азовского моря, полученных по данным диатомового анализа с реконструированной кривой колебания уровня моря, продемонстрировала высокое сходство результатов.

На основе данных спорово-пыльцевого анализа была составлена схема развития ландшафтно-климатических условий на протяжении последних 6000 лет. В атлантическом периоде происходило распространение степной растительности с преобладанием сухого климата. В результате увлажнения климатических условий около 5500 лет назад и 4500–4000 лет назад на территории Северо-Восточного Приазовья происходило продвижение древесной растительности на юг. К середине субатлантического периода произошло усиление аридизации и установилась неблагоприятная обстановка для существования интразональных лесных сообществ. По данным из отложений в восточной части моря, период увлажнения климата реконструирован в пределах 3000–2500 лет назад, за которым последовал новый период аридизации. Последующий рост увлажненности климата отмечается в интервале 2000–1500 лет назад. Спорово-пыльцевой анализ указывает также на заметные изменения растительного покрова, происходившие на прилегающей к Азовскому морю территории в период около 650–150 лет назад [Матишов и др., 2012], которые были связаны с расширением площади пойменных лесов в долине Дона и его притоков и сопровождалась гумидизацией климатических условий.

При сопоставлении полученных данных была выявлена взаимосвязь между региональными климатическими фазами, выделенными по результатам спорово-пыльцевого анализа и трансгрессивно-регрессивными циклами, полученными методами геолого-геоморфологического и диатомового анализа (рис. 2). Так, начало суббореального периода (5500–5000 лет назад) характеризовалось гумидными условиями, что совпало с трансгрессивной зоной, выделенной по диатомовым (Да2а) и описанной кривой уровня моря Я.А. Измайлова. Следующая фаза отличалась усилением аридизации и сопоставима с регрессивной зоной (Да2б). Очередной этап гумидизации климата в Приазовье совпал с началом новочерноморской трансгрессии (Да3), а начало нимфейской трансгрессии (около 2000 лет назад) сопоставимо с периодом увлажнения климата в первой половине субатлантического периода.

С момента обособления Азовского моря в самостоятельный морской бассейн (6500–7000 лет назад) в истории его существования отмечались многочисленные контрастные колебания уровня. За период своего существования в бассейне Азовского моря неоднократно происходили довольно значительные изменения климата (периоды аридизации и гумидизации) и связанные с ними изменения гидролого-гидрохимического режима (трансгрессивно-регрессивные фазы). Результаты диатомового анализа показывают довольно четкую привязку к этим колебаниям. Сопоставив результаты, полученные с использованием методов геолого-геоморфологического и диатомового анализа, авторами было подтверждено наличие фанаторийской регрессии, а также нимфейской трансгрессии в новоазовское время. Несмотря на то что точные хронологические привязки трансгрессивно-регрессивных фаз Азовского моря в голоцене еще нуждаются в уточнениях, уже сейчас можно с уверенностью отметить, что они не идентичны по времени изменениям уровня Чёрного моря и требуют дальнейшего изучения региональных особенностей.

Таким образом, проведенные исследования имеют большое значение для детализации зональной биостратиграфической схемы четвертичных отложений Азовского моря и корреляции этой схемы с геологическими подразделениями Азово-Чёрноморского бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Артюхин Ю.В. Природные катаклизмы как одна из причин «великой замятни» в Золотой орде и возникновение Азака // Боспорские исследования. Вып. XXVI. Симферополь; Керчь, 2012. С. 314–334.
- Барг И.М., Яценко Ю.Г. Стратиграфия четвертичных отложений и полезные ископаемые шельфа Азово-Чёрноморского бассейна // Исследования береговой зоны морей. Киев, 2001. С. 177–185.
- Вронский В.А. Маринопалинология южных морей. Ростов-н/Д: Изд-во Ростовского университета, 1976. 200 с.
- Вронский В.А., Донская Л.В., Кутилин В.С. К палеогеографии Азовского моря в плейстоцене // Географические исследования на Кавказе. Ростов-н/Д: Изд-во Ростовского университета, 1974. С. 9–14.

Измайлов Я.А. Эволюционная география побережий Азовского и Чёрного морей. Книга 1. Анапская пере-сыпь. Сочи, 2005. 174 с.

Исагулова Е.З. Палинология Азовского моря. Киев, 1978. 88 с.

Ковалева Г.В. История формирования флоры диатомовых водорослей Азовского моря в позднечетвер-тичное время // Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны: Матер. междунар. симпо-зиума (26–29 сентября 2006 г., Азов – Ростов-на-Дону) / ред. Г.Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 209–214.

Ковалева Г.В. Обнаружение слоев с *Actinocyclus octonarius* Ehr. и *Actinoptychus senarius* (Ehr.) Ehr. в поздне-четвертичных осадках Темрюкского залива (Азовское море) // Палеонтология, палеобиогеография и палео-экология: Материалы III сессии Палеонтологического общества РАН (2–6 апреля 2007 г., Санкт-Петербург). СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. С. 68–70.

Ковалева Г.В. Систематический список микроводорослей бентоса и планктона прибрежной части Азовского моря и прилегающих водоемов // Современные проблемы альгологии: Матер. Междунар. науч. конф. и VII Шко-лы по морской биологии (9–13 июня 2008 г., Ростов-на-Дону). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. С. 174–192.

Ковалева Г.В., Золотарева А.Е. Трансгрессивно-регрессивные этапы развития Азовского моря (по результа-там диатомового анализа новоазовских отложений) // Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований / ред. Г.Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. С. 280–283.

Ковалева Г.В., Измайлов Я.А., Золотарева А.Е. Диатомовые водоросли из позднеголоценовых отложений Азовского моря как индикаторы колебаний уровня водоема // Вестник Южного научного центра. 2015. Т. 11. № 1. С. 53–62.

Матишов Г.Г., Дюжова К.В., Ковалева Г.В., Польшин В.В. Новые данные об осадконакоплении и биостратигра-фии древне- и новоазовских отложений (Азовское море) // Доклады Академии наук. 2016. Т. 467. № 4. С. 463–467.

Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Новенко Е.Ю. Результаты спорово-пыльцевого и диатомового анализа грунтовых колонок азовского шельфа // Доклады Академии наук. 2007. Т. 416. № 2. С. 250–255.

Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Польшин В.В. Новые данные о скорости седиментации в Азовском море в позд-нем голоцене // Доклады Академии наук. 2009. Т. 428. № 6. С. 820–823.

Матишов Г.Г., Новенко Е.Ю., Красноручская К.В. Изменения климата Приазовья в позднем голоцене // Доклады Академии наук. 2012. Т. 444. № 3. С. 320–324.

Невесская Л.А., Невесский Е.Н. О составе фауны и особенностях развития Азово-Чёрноморского бассейна в позднечетвертичное время // Доклады АН СССР. 1960. Т. 136. № 5. С. 1193–1196.

Невесская Л.А. Определитель двустворчатых моллюсков морских четвертичных отложений Чёрноморского бассейна. Тр. ПИН АН СССР. 1963. Т. 96. 212 с.

Matishov G.G., Kovaleva G.V., Novenko E.Yu., Krasnorutskaya K.V., Polshin V.V. Paleogeography of the Sea of Azov region in the Late Holocene (reconstruction by diatom and pollen data from marine sediments) // Quaternary International. 2013 (284). P. 123–131.

АДАПТАЦИИ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ НАСТОЯЩИХ ТЮЛЕНЕЙ К ОБИТАНИЮ В УСЛОВИЯХ ПРИБРЕЖНЫХ И МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ СЕРЫХ И ГРЕНЛАНДСКИХ ТЮЛЕНЕЙ

М.В. Пахомов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
edr750v@yandex.ru

При использовании морских млекопитающих в биотехнических системах крайне важны знания об их сенсорных способностях, так как животным предстоит взаимодействовать как с технической составляющей биотехнической системы, так и с человеком. Основным источником информации об окружающем мире для человека является зрение. Важным компонентом процесса зрительного восприятия является способность анализировать спектральные характеристики объектов, то есть цветовосприятие. В среднем зрительная система человека способна дифференцировать 16 млн оттенков как отдельные цвета, что позволяет использовать окраску как один из важных признаков воспринимаемого объекта [Хьюбел, 1990].

При работе с животными перцептивные поля человека и дрессируемого животного перекрываются и взаимодействуют друг с другом. Главной целью дрессировочного процесса является выработка у животного условного рефлекса на определенный раздражитель, в то же время один и тот же раздражитель может по-разному восприниматься тренером и дрессируемым животным. Вполне возможна такая ситуация, когда некий раздражитель, например, цвет предмета, который отлично детектируется сенсорной системой человека, не воспринимается сенсорной системой тюленя. В таком случае попытка выработать условный рефлекс на данный раздражитель может привести к перенапряжению тормозного процесса и невротическому срыву у животного и сильно осложнить дальнейшую работу с этим животным.

Цветовосприятие ластоногих изучено мало, и данные, встречающиеся в научных источниках, достаточно противоречивы [Hanke et al., 2009]. Наиболее объективными методами изучения цветового зрения ластоногих могут служить поведенческий эксперимент и анализ значимости цветовосприятия у конкретного вида.

В ходе экспериментов, проведенных на биотехническом аквакомплексе ММБИ КНЦ РАН, было установлено, что гренландские тюлени имеют ограниченную способность дифференцировать цвета: тюлени уверенно отличали синий цвет от красного, но оказались не способны отличать эти цвета от зеленого. Серые тюлени и кольчатые нерпы дифференцировали 5 основных спектральных цвета, а также отличали эти цвета от оттенков серого, аналогичных по яркости и светлоте [Войнов, Зайцев и др., 2013; Ишкулов, Михайлюк, 2013; Пахомов, Ишкулов, 2017].

Представители отряда Хищных (*Carnivora*), к которым относятся настоящие тюлени (*Phocidae*), имеют в сетчатке палочки для ночного и сумеречного зрения и колбочки для дневного и цветового зрения. Соотношение палочек к колбочкам колеблется от 1:200 для некоторых типично ночных хищников, до 1:20 для некоторых дневных видов [Reichl, 2005]. У ластоногих соотношение палочек к колбочкам в среднем 20–40:1, характерное для наземных хищников-универсалов [Hanke et al., 2009]. Большинство хищных предположительно являются дихроматами, то есть имеют в сетчатке только два типа колбочек с различными типами фотопигментов.

В ходе эволюции зрительной системы животных образовалось большое разнообразие типов фотопигментов (опсинов), отличающихся как по чувствительности к определенной части спектра, так и по чувствительности к количеству фотонов, необходимых для фоторецепции [Plachetzki et al., 2007]. Спектральная чувствительность опсинов может сдвигаться в зависимости от характеристик освещения среды обитания вида [Terakita, 2005]. Так, «красночувствительные» опсины могут иметь пик чувствительности от спектрального красного вплоть до зеленого, а пик «синечувствительных» опсинов может смещаться с синего как в голубую часть спектра, так и в зону ближнего ультрафиолета, например у крота и летучей мыши [Glosmann et al., 2008; Muller et al., 2009]. Спектральная чувствительность опсинов может отличаться даже у особей одного вида, так, у человека ген *OPN1LW*, который кодирует пигмент, отвечающий за восприятие красного цвета, высоко полиморфен и имеет 85 аллелей, вследствие чего максимумы чувствительности колеблются в пределах от 550 до 700 нм [Verrelli, Tishkoff, 2004].

Наибольшая численность арктических тюленей отмечается в Баренцевом море [Комплексные исследования ... 2007]. Прозрачность и цвет воды Баренцева моря, где обитают исследуемые виды, неодинаковы от

места к месту. В центральной части моря отмечено пятно высокой прозрачности, несколько превышающее 20 м и сохраняющееся во все сезоны. Большая прозрачность вод наблюдается вдоль западного побережья Новой Земли, где летом она достигает 36–37 м. Низкая прозрачность характерна прибрежным водам в районе Кольского залива, к северу от Камина и в Печорском море, что связано с поступлением вод из Кольского залива, Белого моря и речного стока. Очень низкая прозрачность (6 м) наблюдается у кромки льдов, где скапливается планктон. В большинстве районов моря стоит пасмурная погода с сильными (шесть-семь баллов) переменными ветрами, частыми осадками: дождем, снегом, выпадающими «зарядами». В Баренцевом море много островов. Они, как правило, невелики, расположены вблизи берегов или крупных островов и сгруппированы в небольшие архипелаги. Подобное расположение островов на акватории Баренцева моря предоставляет хорошую среду обитания для прибрежных видов, таких как серый тюлень и кольчатая нерпа [Гидрометеорология и гидрохимия... 1990].

Гренландский тюлень считается монохроматом, в его сетчатке представлены палочки с максимальной чувствительностью в 497–499 нм (сине-зеленый) и колбочки с максимальной чувствительностью в 552 нм [Lavigne, 1975; Newman, Robinson, 2006]. Большую часть жизни гренландский тюлень проводит в открытом море, совершая длительные миграции вслед за паковым льдом, где образует большие скопления, к началу марта гренландские тюлени собираются в горле Белого моря для щенки [Морские млекопитающие ... 2010].

Кольчатая нерпа и серый тюлень, судя по данным иммуноцитохимического анализа, показавшего наличие в сетчатке этих видов двух типов колбочек, являются, предположительно, дихроматами. У серого тюленя пик чувствительности палочек находится в 496,6 нм (сине-зеленый) концентрация колбочек 3300 клеток/мм², у кольчатой нерпы – 5000–11000 клеток/мм² [Peichl et al., 2001]. Согласно гипотезе, выдвинутой Левенсоном [Levenson et al., 2006], у тюленей мезопийный тип зрения, т.е. в процессе одновременно задействованы как колбочки, так и палочки.

Кольчатая нерпа обитает в водах северного полушария преимущественно на прибрежных мелководьях с каменистыми отмелями, но при наличии припайных льдов может встречаться относительно далеко от побережья [Огнетов и др., 2003].

Серый тюлень держится в прибрежной зоне у скалистых берегов, предпочитает залегать на морском побережье островов. Для размножения выбирает пологие каменистые берега. Серые тюлени не имеют ярко выраженных миграций и являются оседлыми животными [Морские млекопитающие ... 2010].

Таким образом, гренландские тюлени обитают в монохромной среде с ограниченной видимостью, где цветовое зрение не играет важной роли, например вблизи паковых льдов, где видимость на суше ограничивается условиями полярной ночи и частыми метелями. Цветовая гамма данного района скудная и состоит в основном из оттенков серого. Под водой, несмотря на относительно большие показатели прозрачности вод Баренцева моря, цветовое зрение также нецелесообразно и на первый план выходит резкость и разрешающая способность зрения. В периоды повышения биопродуктивности в этих районах, именно когда у гренландского тюленя и идет основной нагул, то есть тюлени активно охотятся, за счет активного размножения фито- и зоопланктона возрастает мутность вод, что делает зрение бесполезным для распознавания объектов охоты. Во время отдыха на льду опасность для гренландского тюленя представляют только белые медведи, численность которых в районах обитания гренландского тюленя невелика [Комплексные исследования ... 2007]. Цветовое зрение в процессе обнаружения приближающегося медведя малоприменимо, так как, во-первых, видимость ограничена частыми метелями, а во-вторых – белый медведь имеет покровительственную окраску. В основном защита от нападения заключается в том, что гренландские тюлени массово уходят в воду, заметив какое-либо движение.

В то же время серый тюлень и кольчатая нерпа обитают преимущественно у побережий на мелководье, с множеством островов, где окружающая среда более разнообразна в плане окрасок предметов. В прибрежной зоне больше хищников, которые могут напасть на тюленя, а также богаче рацион корма. Из-за обитания в более сложной среде поведенческий репертуар данных животных шире. Этим видам свойственно ярко выраженное поисково-исследовательское поведения, которое практически отсутствует у гренландских тюленей. Серые тюлени и кольчатые нерпы – одиночные животные, то есть при восприятии окружающего мира, могут полагаться только на собственные сенсорные системы, в то же время гренландские тюлени образуют большие колонии, и часть сенсорных функций перераспределяется между всем сообществом. В результате для серого тюленя и кольчатой нерпы развитая способность дифференцировать цвета служит важным источником информации об окружающем мире, а для гренландского тюленя является функцией, малополезной в его среде обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Войнов В.Б., Зайцев А.А., Литвинов Ю.В., Михайлюк А.Л., Пахомов М.В. Сенсорные возможности арктических тюленей в морских биотехнических системах // Вестник Южного научного центра. 2013. Т. 9. № 4. С. 87–95.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 1. Баренцево море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / ред. Ф.С. Терзиев. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 278 с.
- Ишкулов Д.Г., Михайлюк А.Л., Пахомов М.В. Особенности цветовосприятия у серых тюленей // Вестник КНЦ РАН. 2013. № 4 (15). С. 88–94.
- Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна (проект подпрограммы «Исследование природы Мирового океана» федеральной целевой программы «Мировой океан»). Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2007. Выпуск 2. 633 с.
- Морские млекопитающие в биотехнических системах двойного назначения: Методическое пособие / Г.Г. Матишов, В.Б. Войнов, А.Л. Михайлюк, А.Р. Трошичев, А.С. Гладких, В.Н. Светочев. Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2010. 131с.
- Огнетов Г.Н., Матишов Г.Г., Воронцов А.В. Кольчатая нерпа арктических морей России: распределение и оценка запасов. Мурманск: ООО «МИП-999», 2003. 38 с.
- Пахомов М.В., Ишкулов Д.Г., Зайцев А.А. Влияние оптических характеристик среды на цветовое зрение настоящих тюленей // Вестник Мурманского государственного технического университета, 2017. Т. 20. № 2. С. 472–479.
- Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение / пер. с англ. М.: Мир, 1990. 239 с.
- Glosmann M., Steiner M., Peichl L., Ahnelt P.K. Cone photoreceptors and potential UV vision in a subterranean insectivore, the European mole. *Journal of Vision*, 2008. Vol. 8. P. 1–12.
- Hanke F.D., Hanke W., Scholtyssek C., Dehnhardt G. Basic mechanisms in pinniped vision // *Experimental Brain Research*, 2009. Vol. 199. P. 299–311.
- Lavigne D., Ronald K. Pinniped visual pigments // *Comparative Biochemistry and Physiology*, 1975. Vol. 52. P. 325–329.
- Levenson D.H., Ponganis P.J., Crognale M.A. Visual pigments of marine carnivores: pinnipeds, polar bear, and sea otter. *Journal of Comparative Physiology*, 2006. Vol. 192. № 8. Part A. P. 833–843
- Muller B., Glosmann M., Peichl L., Knop G.C., Hagemann C., Ammermuller J. Bat eyes have ultraviolet-sensitive cone photoreceptors // *PLoS ONE*, 2009. Vol. 4. № 7. URL: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0006390>.
- Newman L.A., Robinson P.R. Cone visual pigments of aquatic mammals // *Visual Neuroscience*, 2005. Vol. 22. № 6. P. 873–882.
- Peichl L. Diversity of mammalian photoreceptor properties: Adaptations to habitat and lifestyle? *The Anatomical Record*, 2005. Vol. 287. Part A. P. 1001–1012.
- Peichl L., Behrmann G., Kroger R.H.H. For whales and seals the ocean is not blue: a visual pigment loss in marine mammals // *European Journal Neuroscience*, 2001. Vol. 13. P. 1520–1528.
- Plachetzki D.C., Degnan B.M., Oakley T.H. The origins of novel protein interactions during animal opsin evolution // *PLoS ONE*, 2007. Vol. 2. № 10. URL: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0001054>.
- Terakita A. The opsins // *Genome Biology*, 2005. Vol. 6. № 3. P. 213–218.
- Verrelli B.C., Tishkoff S.A. Signatures of selection and gene conversion associated with human color vision variation // *The American Journal of Human Genetics*, 2004. Vol. 75. № 3. P. 363–75.

РАЗВИТИЕ ПОБЕРЕЖЬЯ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ МОРЯ И КЛИМАТА В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

А.В. Поротов, В.И. Мысливец, Т.А. Янина

Географический факультет МГУ
alexey-porotov@ya.ru, myslivets@yandex.ru, didacna@mail.ru

Прогнозируемые глобальные изменения климата в текущем столетии продолжают определять интерес к вопросам палеогеографического обоснования возможных направлений развития аккумулятивных берегов в условиях малоамплитудных изменений климата и уровня моря. В связи с этим основное внимание привлекают детализации реконструкций развития аккумулятивных берегов в климатических ситуациях позднего голоцена, сходных с современной и являющихся для неё палеогеографическими аналогами. Ряд вопросов является ключевым для понимания взаимосвязи между климатическими флуктуациями голоцена, изменениями уровня океана и развитием береговой зоны. Среди них особый интерес представляют продолжительность и амплитуды изменений уровня в ходе предшествующих климатических периодов, возможность использования периодов «малых климатических оптимумов» как аналогов современного состояния уровня и его поведения в ближайшем будущем

В данном сообщении рассматриваются результаты проводимых исследований эволюции рельефа побережья Керченского пролива в условиях изменений уровня моря и климата за последние 6,0 тыс. лет и выявление следов цикличности в развитии различных типов прибрежных фациальных обстановок для обоснования региональных реконструкций изменений уровня моря.

Основные особенности изменения уровня моря в позднем голоцене. Обзор современного состояния проблемы реконструкции изменения уровня Чёрного моря в позднем голоцене показал, что существующие данные не дают однозначной картины о количестве, возрастных границ и амплитудах трансгрессивно-регрессивных фаз в изменениях уровня моря за последние 5,0 тыс. лет. Существующие различия в предложенных моделях изменения уровня определяются как влиянием локальных неотектонических движений, так и рядом сложностей, обусловленных в первую очередь плохой сохранностью древних береговых линий, использованием для реконструкций различных косвенных, преимущественно литологических, индикаторов положения уровня моря (фации береговых валов, лагунных торфов и т. п.), допускающих значительные погрешности при реконструкциях положения уровня моря. Использованный массив геохронологических данных основан на радиоуглеродных определениях возраста, выполненных по разным типам органического материала (раковины, древесина, торф) и в различных лабораториях на протяжении последних двух-трех десятилетий, что определяет дополнительную проблему соотнесения их между собой.

Обобщение результатов литолого-стратиграфического и геохронологического изучения толщ прибрежных отложений черноморского побережья показывает, что за последние 5,0 тыс. лет выявляются следы трех трансгрессивных фаз: 5,1–5,5, 4,2–3,5, 1,5–1,1 тыс. лет назад и последней, охватывающей последние 300 лет [Балабанов, 2009]. В ходе трансгрессивной фазы около 4,2–3,5 тыс. лет назад уровень моря на тектонически активных участках побережья приближался к его современному положению или незначительно его превышал. В ходе отдельных регрессивных фаз амплитуда изменения относительного уровня моря не превышала 2–3 м (с чем согласны не все исследователи), что тем не менее находило свое отражение в изменении условий осадконакопления в лиманах, дельтах и в эволюции береговых аккумулятивных форм.

Особенности развития рельефа побережья Керченского пролива. Исследования прибрежных отложений на побережье Чёрного моря показали, что в их строении отчетливо прослеживаются черты неравномерного хода голоценовой трансгрессии [Невесский, 1967; Балабанов, 2009]. В трансгрессивных прибрежно-шельфовых отложениях раннего голоцена они представлены в виде серии древнебереговых образований, а в низовьях речных долин – в ритмичном чередовании аллювиальных, озерных, лиманно-морских и субаэральных фаций, связанных с неоднократными колебаниями уровня моря. Значительно более детально следы неравномерности развития голоценовой трансгрессии на побережье Чёрного моря устанавливаются в строении рельефа и прибрежных отложений позднего голоцена. В литолого-геоморфологическом строении аккумулятивных террас и аллювиально-морских равнин выделяется несколько генераций береговых валов, формирование которых относится к трем основным трансгрессивным циклам позднего голоцена, охватывающим возрастные интерва-

лы в 5,5–4,8 и 4,0–2,8, 1,5–1,1 тыс. лет назад и последние 300 лет. В ходе отдельных трансгрессивно-регрессивных фаз амплитуда изменения относительного уровня моря не превышала 2–3 м, что тем не менее находило свое отражение в изменении условий осадконакопления.

В ходе проведенных исследований на побережье Керченского пролива были получены материалы как по сейсмоакустическому профилированию прибрежного шельфа, так и по литолого-геоморфологическому строению прибрежных отложений на ряде участков, на которых в позднем голоцене сформировались различные морфогенетические типы береговых аккумулятивных форм (пересыпи в вершинах бухт, пересыпи-косы, примкнувшие террасы и др.).

Сейсмоакустические данные и обзор материалов геологических исследований на акватории пролива позволили выделить в строении верхней части осадочной толщи следы по крайней мере трех древних береговых линий, которые маркируют положение уровня моря в отдельные стадии голоценовой трансгрессии Чёрного моря. Первые две выделяются по отчетливо выраженным границам, разделяющим осадочные толщи с резко отличающейся слоистостью. Они расположены в интервалах глубины 16–18 м (20–23 мсл) и 10–12 м (12–15 мсл) и могут быть соотнесены с береговыми линиями, возраст которых соответственно относится к интервалам 7,0–7,5 и 6,6–6,5 тыс. лет назад, выявленных в прилежащих районах черноморского шельфа.

Наиболее четко по материалам сейсмоакустического профилирования выделяются следы более молодой береговой линии, залегающей на глубинах 6–9 м. Следы древнебереговых валов выражены в виде линз песчаных отложений с характерной наклонной слоистостью, а также валообразных форм. Они прослеживаются от подводной окраины косы Тузла до широты озера Тобечик. Реликты древнебереговых образований на этих глубинах широко развиты в полосе прибрежного мелководья в Керченском проливе [Невесский, 1967].

Возраст этой береговой линии предположительно можно отнести к каламитской – началу джеметинской фазы трансгрессии по данным радиоуглеродной датировки, полученной по раковинному материалу, залегающему в толще погребенных илов, вскрытых бурением в строении Камыш-Бурунской косы на глубинах –8... –10 м.

В ходе дальнейшего подъема уровня произошло формирование наиболее ранних генераций аккумулятивных террас, залегающих в вогнутости коренного берега на высотных отметках, близких к современным. Следует отметить, что высокая тектоническая дифференцированность побережья, разбитого на серию блоков, испытывающих различные по знаку и интенсивности вертикальные движения, определяют значительную изменчивость высотного положения береговых образований вдоль побережья Керченского пролива и как следствие значительные вариации в изменениях относительного уровня моря в позднем голоцене.

Влияние климатических ритмов позднего голоцена на эволюцию аккумулятивных берегов Керченского пролива. Результаты исследований позволили впервые детализировать схему изменения ландшафтно-климатических условий черноморского побережья Северо-Восточного Причерноморья, отражающую общеклиматические тенденции в позднем голоцене на фоне локальных ландшафтно-геоморфологических условий, испытывавших существенные изменения под влиянием колебаний уровня моря [Болиховская и др., 2014]. Наиболее теплыми и сухими условиями отличаются интервалы 4100–3950, 3500–3300/3200, 2800–2400, 1650–1300 и 1000–900/800 л. н. Максимумам увлажненности в изученном периоде времени отвечают интервалы 4500–4300 и 3950–3500 л. н. В течение интервала от 2500 до 1500 л. н. интервалы с засушливыми условиями прерывались фазами более влажного климата, вызвавшего здесь сначала расширение площади лесостепной растительности, а затем весьма широкое распространение широколиственных лесов в доминировавших лесостепных ландшафтах.

В общем случае влияние климатических колебаний на развитие береговой зоны проявлялось через изменение положения уровня моря и бюджет наносов береговой зоны. Малоамплитудные климатические флуктуации обуславливают изменения в количестве поступающего в береговую зону аллювиального материала, оказывая тем самым влияние на динамику береговых морфодинамических систем. Вместе с быстрыми, хотя и незначительными понижениями уровня моря это определяло активизацию выдвигания морского края дельт и нарастание аккумулятивных берегов. Относительно более теплые и влажные периоды характеризовались подъемом уровня моря, а также возрастанием поступления береговых наносов в ходе активизации абразионных процессов.

Результаты сопоставления климатических ритмов голоцена и региональных моделей изменения уровня моря показывают, что существует отчетливо выраженная корреляция между изменениями относительного уровня Чёрного моря, климатическими условиями и морфодинамическими глобальными температурами.

Результаты проведенных исследований рельефа и строения прибрежных отложений показали, что в строении толщи прибрежных отложений Керченского пролива по геолого-геофизическим данным прослеживаются следы ритмичности, отражающей неравномерный ход голоценовой трансгрессии Чёрного моря. Периоды замедления трансгрессии маркируются следами древних береговых линий в виде перерывов в осадконакоплении или фрагментами древних береговых валов.

В ходе развития трансгрессии в позднем голоцене сформировался ряд локальных абразионно-аккумулятивных образований, как правило, отчленяющих небольшие заливы и бухты, приуроченные к понижениям коренного рельефа. Наблюдаемые отличия в литолого-фациальном строении прибрежных отложений отражают роль локальных тектонических движений, характеризующихся интенсивностью современных опусканий отдельных блоков территории. Наряду с этим в условиях практически отсутствующего влияния речного стока на осадконакопление в прибрежной зоне существенную роль в динамике фациальных условий играет морфодинамика береговой зоны и изменения относительного уровня моря. Кратковременные периоды ускоренного подъема уровня моря сопровождаются активизацией абразионно-аккумулятивной переработки контура береговой линии.

В ходе последней трансгрессивной фазы, охватывающей последние 1,5 тыс. лет, подъем уровня моря составил около 3,5–4,0 м и сопровождался активным размывом абразионных и ряда аккумулятивных террас на открытых участках побережья. На участках, расположенных в вогнутостях береговой линии, аккумуляция наносов в береговой зоне определила выдвигание береговой линии на расстояние до 2,0–2,5 км.

Работа выполнена по программе «Палеоклиматы, развитие природной среды и долгосрочный прогноз ее развития», по теме госзадания АААА-А16-11632810089-5 «Эволюция природной среды, динамика рельефа и геоморфологическая безопасность природопользования» и при поддержке грантов РГО-РФФИ № 17-05-41041 и РГО 03/2017-Р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балабанов И.П. Палеогеографические предпосылки формирования современных природных условий и долгосрочный прогноз развития голоценовых террас Чёрноморского побережья Кавказа. М.; Владивосток: Дальнаука, 2009. 352 с.

Болиховская Н.С., Поротов А.В. и др. Развитие природной среды и климата на территории черноморской дельты Кубани за последние 7,0 тыс. л. // Вестн. МГУ. Серия V. География. 2014. № 1. С. 64–74.

Невесский Е.Н. Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. М.: Наука, 1967. 254 с.

СОСТАВ И РАЗВИТИЕ ПЛАНКТОННЫХ КОЛОВРАТОК В ПОДЛЕДНЫЙ ПЕРИОД В АЗОВСКОМ МОРЕ

Л.Д. Свистунова

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
lds@ssc-ras.ru

Зимний период является одним из важнейших сезонов для понимания закономерностей функционирования и формирования продуктивности экосистемы Азовского моря. Освоение углеводородных ресурсов Азовского моря – строительство буровых платформ, развитие береговой инфраструктуры, увеличение танкерных перевозок – требует более полной информации о ледовой обстановке, опасных метеорологических явлениях и биологических особенностях экосистемы в зимний период [Матишов, Матишов, 2006]. Начало исследований в зимний период было положено в 2003 г. сотрудниками Азовского филиала ММБИ. Позже в отдельные годы при наличии ледового покрова на ледоколе «Капитан Демидов» по трассе Азов – Керчь ЮНЦ РАН были проведены комплексные ледокольные и береговые экспедиции, что было отражено в работах [Матишов, Матишов, 2006; Матишов, Степаньян, 2007; Матишов, Степаньян, 2012]. Коловратки уже давно признаны одним из важнейших компонентов пресноводных и морских экосистем (индикаторы качества воды, кормовые объекты рыб), но информация по их экологии и распределению по-прежнему ограничена [Wallace, Snell, 2006;].

Материалом для данной работы являлись сборы проб микрозоопланктона на дизельном ледоколе «Капитан Демидов» в период с 23 по 29 марта в 2012 г. в Азовском море и Таганрогском заливе и с 21 февраля по 4 марта в 2014 г. в Таганрогском заливе поверхностного двухметрового слоя воды. Схема станций представлена на рисунке 1. В январе и феврале 2014 г. в Таганрогском заливе также были проведены береговые исследования в литоральной зоне в районах Павло-Очаковской косы, Порт-Катона и научно-экспедиционной базы ЮНЦ РАН «Кагальник». В ходе работ определяли необходимые параметры среды: температуру воды и воздуха ($^{\circ}\text{C}$), содержание кислорода (мг/л) и водородный показатель (pH). Использовалась методика осадочного сбора проб [Киселёв, 1956]. При обработке проб подсчитывался весь осадок.

В исследованный зимний период в 2012 и 2014 гг. фауна планктонных коловраток в Азовском море и Таганрогском заливе была представлена 4 семействами: Brachionidae, Asplanchnidae, Eosphoridae и Synchaetidae. Семейство Brachionidae включало 2 рода (*Keratella* и *Notholca*), семейство Asplanchnidae – 1 род (*Asplanchna*), Семейство Eosphoridae – 1 род (*Eosphora*) и семейство Synchaetidae – 2 рода (*Synchaeta* и *Polyarthra*). Всего было идентифицировано 7 таксонов коловраток: *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850) *Synchaeta* sp., *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Keratella quadrata* (Müller, 1786), *Polyarthra dolichoptera* (Idelson, 1925), *Eosphora ehrenbergi* Weber, 1918 и *Notholca squamula* (Müller, 1786). Из них указанные первые 6 таксонов наблюдались нами ранее круглогодично в открытой части моря и Таганрогском заливе и только *Notholca squamula* – исключительно в холодное время года. Все они являлись типичными представителями зимнего зоопланктона [Ривьер, 1986; Дзюбан, Георгиев, 1998]. Были определены качественные и количественные характеристики зимнего сообщества коловраток Азовского моря и Таганрогского залива.

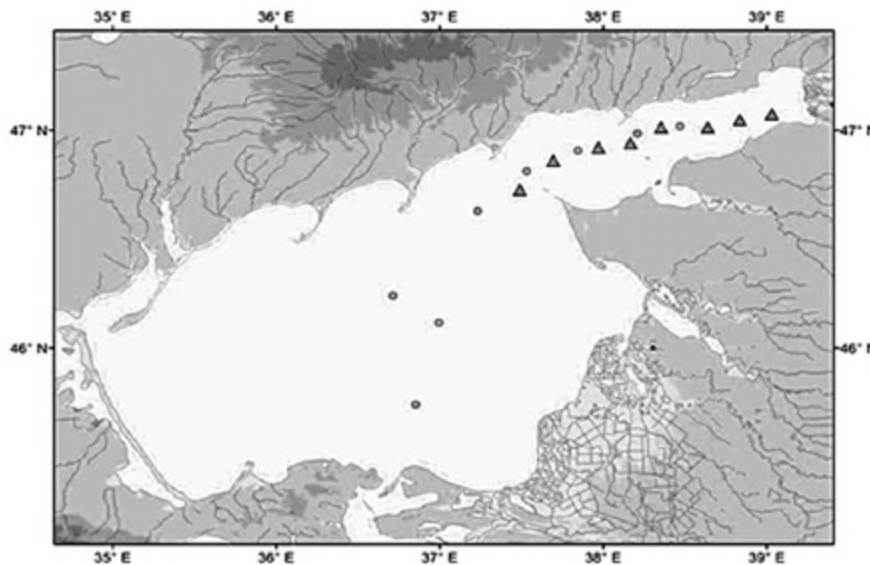


Рис. 1

Карта-схема станций, выполненных на ледоколе «Капитан Демидов» в Азовском море и Таганрогском заливе в 2012 г. (●) и в Таганрогском заливе в 2014 г. (▲)

В 2012 г. основную часть сообщества коловраток определяли три таксона: *Synchaeta* sp., *Asplanchna priodonta*, *Eosphora ehrenbergi*. Случайными находками можно считать единичные ослабленные экземпляры *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832 в прикерченском районе Азовского моря, *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834) и *Brachionus angularis* (Gosse, 1851) в Таганрогском заливе. Численность коловраток в Азовском море изменялась в пределах 15–826 экз/л, составляя в среднем 288 экз/л. Наибольшее развитие коловраточного ценоза наблюдалось в центральном и южном районах моря, достигая достаточно высоких значений – 826 экз/л. Преимущественное развитие в Азовском море имела коловратка *Synchaeta* sp. – 61 % от общего количества, несколько ниже *Asplanchna priodonta* – 34 %, и *Eosphora ehrenbergi* – 4 %. В Таганрогском заливе общая численность сообщества коловраток варьировала в пределах 112–185 экз/л, в среднем 156 экз/л. Распределение количественных показателей по станциям было достаточно однородным. Доминировала коловратка *Asplanchna priodonta*, достигая 91 % от общей численности. Криофильный вид *Notholca squamula* отмечен был только в Таганрогском заливе в центральной и западной его частях в незначительных количествах 1–2 экз/л.

В 2014 г. исследовался только Таганрогский залив. Общая численность коловраток изменялась в пределах 97–220 экз/л, в среднем 149 экз/л. Доминировали *Asplanchna priodonta*, достигая численности 180 экз/л и *Synchaeta* sp. до 100 экз/л. Численность этих таксонов в среднем составляла 92 % и 6 % от общего сообщества

коловраток соответственно. Мелкие коловратки рода *Keratella* *Keratella cochlearis* и *Keratella quadrata*, а также *Polyarthra dolichoptera* и *Notholca squamula* встречались единично, преимущественно в восточной части залива. Хищная коловратка *Eosphora ehrenbergi* была отмечена с значениями численности 1–8 экз/л в центральной и западной частях залива. В наших многолетних исследованиях 2004–2015 гг. *Eosphora ehrenbergi* наблюдалась во всех сезонах в открытой части Азовского моря, а также в Таганрогском заливе с численностями 4–31 экз/л. По литературным данным, *Eosphora ehrenbergi* обитает среди водной растительности в пресных и солоноватых водоемах. Является агрессивным хищником, нападающим в том числе на личинок трематод, что может способствовать борьбе с паразитарными заболеваниями рыб и водоплавающих птиц [Кутикова, 1978; Токобаев, Кутикова, 1979]. В Азовском море данный вид отмечался Ф.Д. Мордухай-Болтовским [Мордухай-Болтовской, 1968], в более поздней литературе данные о находках здесь *Eosphora ehrenbergi* отсутствуют. Необходимо указать, что коловратки *Asplanchna priodonta* и *Synchaeta* sp. в зимний период развития морфологически отличались от своих летних форм значительно меньшими размерами. Наблюдалось также активное размножение отдельных эвритермных видов *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta* sp. и *Keratella quadrata*, на что указывало присутствие в наших пробах этих коловраток с прикрепленными яйцами. Одним из благоприятных факторов среды для развития зимних зоопланктоценозов является кислородный режим. Содержание кислорода в поверхностных слоях воды Таганрогского залива в данный подледный период было оптимальным, составляя в среднем – 11,6 мг/л. Полученные величины соответствовали значениям, обеспечивающим нормальные условия функционирования гидробионтов. Это было подтверждено достаточно высокими показателями численности коловраток, интенсивно размножающихся в холодное время года (рис. 2).

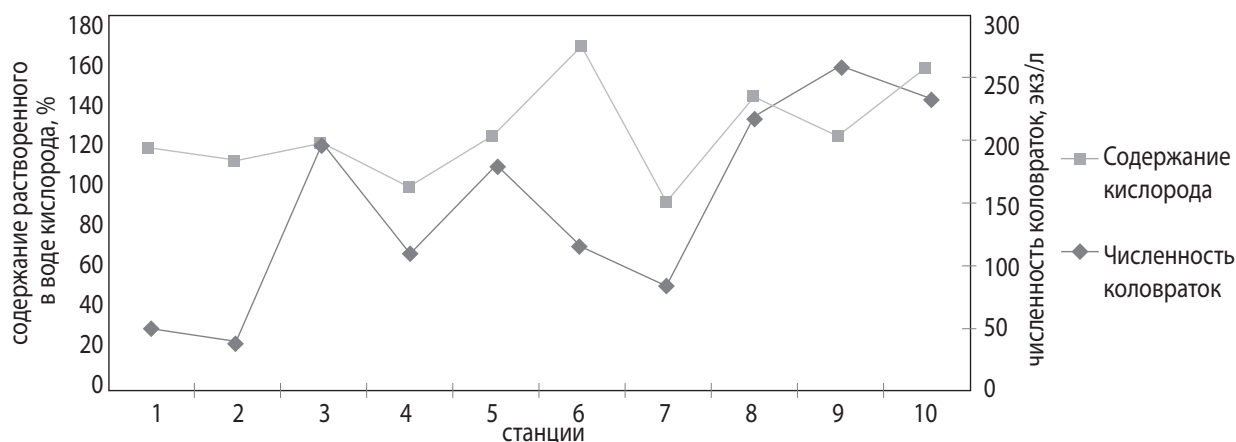


Рис. 2

Динамика общей численности (экз/л) планктонных коловраток и насыщение кислородом воды (%) при данной температуре воды (°С), в Таганрогском заливе в феврале 2014 г.

Таким образом, зимнее (подледное) сообщество коловраток в Азовском море и Таганрогском заливе состояло из 2 группировок: зимних генераций круглогодичных форм – *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta* sp., *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Eosphora ehrenbergi* и одного холодолюбивого стенотерма *Notholca squamula*. Хищная коловратка *Eosphora ehrenbergi*, согласно литературным данным являющаяся литоральным видом, приуроченным к водной растительности, наблюдалась нами круглогодично (включая подледный период) в Таганрогском заливе и Азовском море, в том числе открытой его части, при широких температурных колебаниях, что позволяет считать этот вид более эврибионтным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дзюбан А.Н., Георгиев А.Н. и др. Бактериопланктон и зоопланктон трех разнотипных озер в подледный период // Биология внутренних вод. 1998. № 2. С. 44–51.
- Киселёв И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 4. Ч. I. С. 183–265.
- Кутикова Л.А. Хищные коловратки (Rotatoria) в прибрежных биоценозах озера Иссык-Куль // Морфология, систематика и эволюция животных. Л., 1978. С. 68–70.
- Матишов Г.Г., Матишов Д.Г. и др. Комплексные экосистемные исследования Азовского моря в зимний период (2003–2006 гг.). Ледокольные экспедиции и береговые наблюдения. Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН, 2006. 100 с.

Матишов Г.Г., Степаньян О.В. и др. Особенности структуры пелагического сообщества Азовского моря в условиях аномально холодной зимы 2005–2006 гг. // Вестник Южного научного центра РАН. 2012. Т. 8. № 4. С. 66–75.

Матишов Г.Г., Степаньян О.В. и др. Функционирование экосистемы Азовского моря в зимний период. ДАН АН, 2007. Т. 413. № 1. С. 112–115.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Определитель фауны Чёрного и Азовского морей. Киев: Наукова думка, 1968, 1972. Т. 1. Т. 1–3.

Ривьер И.К. Состав и экология зимних зоопланктонных сообществ. Л.: Наука, 1986. С. 59–68.

Токобаев М.М., Кутикова Л.А. и др. Хищная коловратка *Eosphora ehrenbergi* – биоэлиминатор церкарий в озере Иссык-Куль // Тр. гельминтол. лаб. АН СССР, 1979. Т. 29. С. 146–149.

Wallace R.L., Snell T.W. et al. Rotifera. Vol. 1: Biology, Ecology and Systematics (2nd edition) // Dumont H.J.F. Guides to the identification of the microinvertebrates of the world. Leiden: Kenobi Productions and Backhuys Publishers, 2006. 299 p.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ «АТЛАСА ЗИМНИХ КУМУЛЯТИВНЫХ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ В XX–XXI ВВ.»

Н.А. Яицкая¹, Ю.М. Лычагина¹

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
yaitskayan@gmail.com

В 2017 г. Российским фондом фундаментальных исследований и Русским географическим обществом поддержан проект, целью которого является исследование зимних кумулятивных опасных природных явлений в Каспийском море за период с 1900 по 2015 г. и их воздействия на берега, прибрежную инфраструктуру и гидротехнические сооружения. Одной из значимых задач проекта является публикация, продвижение, и популяризация его результатов через создание «Атласа кумулятивных опасных и неблагоприятных зимних гидрометеорологических явлений в Каспийском море в XX–XXI вв.» (далее – Атлас). Разработка электронной версии Атласа предусматривает использование новейших современных технологий и достижений в области географических информационных систем (ГИС). Для этого будут использованы методы и подходы, наработанные в Южном научном центре РАН при создании различных климатических атласов [Матишов и др., 2009; Экологический атлас ... 2011; Атлас климатических ... 2014; Matishov et al., 1998; Matishov et al., 2000; Matishov et al., 2004; Matishov et al., 2006; Matishov et al., 2009; Lychagina et al., 2015; Lychagina Y.M. et al., 2016].

Содержание разрабатываемого электронного атласа имеет сложную структуру и несколько ключевых элементов. В мировой практике существует несколько общепризнанных универсальных подходов к созданию электронных и web-атласов. В настоящей работе, исходя из целей проекта, исходных данных и программного обеспечения, представлена технология создания электронного научного издания, состоящая из нескольких взаимосвязанных и пересекающихся этапов или задач.

1. В первую очередь необходимо разработать проект электронного атласа, а именно определить его назначение, обосновать структуру, тематику, объем, найти основные и дополнительные источники и т.д., а также сформировать коллектив, работающий над созданием атласа.

2. Определение содержания, назначения и методики создания картографического произведения, т.е. сценария атласа, является важным подготовительным этапом [Комиссарова, 2005], который включает в себя подготовку макета компоновки отдельных страниц и дизайна картографического произведения в целом, разработку содержания атласа, проектирование его базы данных и структуры его разделов или рубрик, а также списка карт, который раскрывает структуру атласа.

3. Чтобы определить, как будет происходить функционирование и использование всех элементов атласа, необходимо выбрать программное обеспечение. Для создания атласа в целом, для обработки вводимых исходных

данных, для составления карт, а затем для разработки навигационной структуры атласа (т.е. топологии гиперссылок с мультимедийными файлами) используется стандартное и специальное программное обеспечение.

На этом этапе ключевыми моментами являются выбор физических сред, на которых размещены все элементы атласа, а также редактирование и наполнение базы данных атласа [Кошкарев, 1993].

4. Следующим этапом являются редакционно-подготовительные работы, которые включают сбор, систематизацию, анализ и подготовку исходных картографических материалов и последующую их обработку для введения в атлас [Комиссарова, 2005].

5. Составление карт и разработку дизайна атласа на компьютере, а также реализацию навигационной структуры и ведение базы данных атласа относят к составительско-оформительским работам.

6. После завершения подготовительных работ происходит составление компьютерного оригинала атласа; контрольная распечатка карт с условными знаками (в статике); корректура карт на бумажной основе и в электронном виде (например карты с условными знаками в динамике).

Затем необходим редакционный просмотр атласа в целом, на основании выявленных недочетов исправление карт; пополнение дополнительной информацией; исправление страниц и топологии гиперссылок; отладка электронного атласа в целом.

Технология создания «Атласа зимних кумулятивных опасных природных явлений Каспийского моря в XX–XXI вв.» [Lychagina, Yaitskaya, 2016] подразумевает его реализацию на web-страницах с помощью гипертекстовых разметок и программ, которые сопровождаются и управляются согласно подготовленному сценарию. Для обработки исходных данных выбран программный комплекс ArcGIS корпорации ESRI, США, поскольку у разработчиков имеется лицензия и большой опыт работы.

Для визуализации результатов обсуждаемого проекта и разработки навигационной структуры атласа выбран стандартный язык разметки документов в его актуальной версии HTML 5 (англ. HyperTextMarkupLanguage, version 5) и CSS3 (англ. CascadingStyleSheets – каскадные таблицы стилей), поддерживаемые большинством современных браузеров [Лычагина, 2016].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и РГО в рамках научного проекта № 17-05-41190 РГО_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013). Регион 1. Моря Восточной Арктики. Регион 2. Чёрное, Азовское и Каспийское моря / Г.Г. Матишов, С.В. Бердников, А.П. Жичкин [и др.]. Ростов н/Д: Издательство ЮНЦ РАН, 2014. 256 с.

Комиссарова Е.В., Писарев В.С. Технология создания электронных картографических атласов // ГЕО-СИБИР [ГЕО-СИБИРЬ]. 2005. Новосибирск: SGGA, 2005. Т. 4. Рр. 99–105.

Кошкарев А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика / ред. Д.В. Лисицкий. М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 1993. 213 с.

Лычагина Ю.М. Опыт разработки электронных атласов на примере интернет-версии атласа климатических изменений в больших морских экосистемах северного полушария // Экология, экономика, информатика. Сборник статей: в 2 т. Т. 2: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. Выпуск 1. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. С. 101–108.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Дашкевич Л.В., Бердников С.В., Кулыгин В.В., Архипова О.Е. Методология и опыт разработки климатических атласов // Труды Южного научного центра Российской академии наук / отв. ред. Г.Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. С. 21–48.

Экологический атлас Азовского моря / гл. ред. акад. Г.Г. Матишов; отв. ред. Н.И. Голубева, В.В. Сорокина. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 328 с.

Climatic atlas of the Arctic Seas 2004 / G. Matishov, D.A. Zuyev, V. Golubev et al. NOAA Atlas NESDIS 58, World Data Center for Oceanography-Silver Spring, International Ocean Atlas and Information Series, V. 9, U.S. Government Printing Office, Wash., D.C., 2004. 148 p. CD-ROM.

Climatic atlas of the Barents Sea 1998: Temperature, salinity, oxygen / G. Matishov, A. Zuev, V. Golubev et al. NOAA Atlas NESDIS 26. U.S. Government Printing Office, Wash., D.C., 1998. 144 p.

Climatic Atlas of the Sea of Azov 2006: NOAA Atlas NESDIS 59 / G. Matishov, D. Matishov, Yu. Gargopa et al. World Data Center for Oceanography-Silver Spring, International Ocean Atlas and Information Series. V. 10, U.S. Government Printing Office. Wash., D.C., 2006. 105 p. CD-ROM.

Climatic Atlas of the Sea of Azov 2008 / G. Matishov, D. Matishov, G. Gargopa et al. World Data Center for Oceanography-Silver Spring, International Ocean Atlas and Information Series, V. 11, NOAA Atlas NESDIS 65.

U.S. Government Printing Office, Wash., D.C., 2009. 148 p. CD-ROM. URL: <https://www.nodc.noaa.gov/OC5/AZOV2008/start.html>.

Lychagina Y.M., Berdnikov S.V., Gerasyuk V.S. Development of online version of the guidebook «Organic matter of the Azov sea and of the adjacent areas of the Black sea» // Indicators of climatic changes in marine ecosystems. Collection of articles of the IV International Conference GeoiD'2016 (October 3–7, 2016, Sukhum, Abkhazia). Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers, 2016. С. 28–35.

Lychagina Y.M., Yaitskaya N.A. Development project of the «Atlas of winter cumulative natural hazards of the Caspian Sea in XX–XXI centuries» // Indicators of climatic changes in marine ecosystems. Collection of articles of the IV International Conference GeoiD'2016 (October 3–7, 2016, Sukhum, Abkhazia). Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers, 2016. С. 36–43.

Lychagina Y.M., Yaitskaya N.A., Berdnikov S.V. Development of the online version of the “Atlas of climatic changes in large marine ecosystems of the northern hemisphere” // Геоинформационные науки и прогнозирование экстремальных явлений / Сб. ст. III Международной научной конференции. 2015. С. 85–100.

Matishov G., Makarevich P., Timofeev S., Kuznetsov L., Druzhkov N., Larionov V., Golubev V., Zuyev A., Adrov N., Denisov V., Iliyn G., Kuznetsov A., Denisenko S., Savinov V., Shavikyn A., Smolyar I., Levitus S., O'Brien T., Baranova O. Biological Atlas of the Arctic Biological Atlas of the Arctic Seas 2000: Plankton of the Barents and Kara Seas. NOAA Atlas NESDIS 39, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 2000, 350 pp. CD Disk.

**ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
МОРСКОЙ ВОДЫ РЕКРЕАЦИОННЫХ МЕСТ
АМУРСКОГО И УССУРИЙСКОГО ЗАЛИВОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ**

В.Д. Богданова^{1,2}, Л.В. Кислицына², П.Ф. Кику¹

¹ Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

² ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае», г. Владивосток
ha-lera@mail.ru, sgm-risk@fguzpk.ru, lme@list.ru

Введение. Рекреационные зоны – это зоны массового отдыха людей, где проводится лабораторный контроль. Их основное назначение – восстановление физических и моральных сил человека. Морская вода обладает огромным оздоравливающим эффектом, но антропогенная нагрузка на водные объекты в местах рекреационного водопользования может привести к опасному состоянию, при котором в морской воде появляется множество как патогенных, так и условно-патогенных микроорганизмов. Микрофлора морской воды Приморского края представлена как микроорганизмами почвы, смываемыми с берегов во время паводков, приносимыми реками, так и собственно морскими видами, обнаруживаемыми в самой воде. Открыто обнаружить патогенные организмы в морской воде – трудная задача из-за непостоянства и неравномерности их нахождения. В связи с этим общепринятой практикой во всем мире является осуществление текущего контроля непрямым путем – по определению в пробах индикаторных микроорганизмов [Дроздова и др., 2015].

Из-за антропогенных загрязнений морская микробиота представлена индикаторными микроорганизмами, которые одновременно входят в состав нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека и возбудителями различных инфекций. К ним относятся бактерии группы кишечной палочки (входят бактерии семейства *Enterobacteriaceae* родов *Esherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*), фекальные кишечные палочки, энтерококки, клостридии, бактерии рода протей, колифаги. Обнаружение колиформных бактерий, энтерококков и колифагов является показателем свежего фекального загрязнения.

Целью исследования является анализ микробиологических показателей антропогенной нагрузки на воды Амурского и Уссурийского заливов в зонах рекреационного водопользования.

Материалы и методы. Источником информации о качестве морской воды являлись первичные данные ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае». Оценка проводилась по микробиологическим показателям (общие колиформные бактерии, *E. coli*, энтерококки, колифаги, стафилококки) в 18 мониторинговых точках за период 2014–2016 гг. (рис. 1).

Отбор проводился во время наиболее интенсивной нагрузки на водный объект – с мая по сентябрь, в мае и июне морская вода отбиралась один раз в месяц, а с июля по сентябрь (в период купального сезона) кратность отбора была увеличена до одного раза в 10 дней. Для оценки безопасности вод морей для рекреационного водопользования применялись требования к составу и свойствам, указанным в СанПиН 2.1.5.2582-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения» и СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». По результатам многолетних мониторинговых наблюдений за зонами рекреации морского побережья рекомендованы места отдыха с использованием морской воды для купания в бухтах: Лазурная, ст. Санаторная, Кетовая, Три поросенка и на островных территориях – о. Попов, о. Русский.

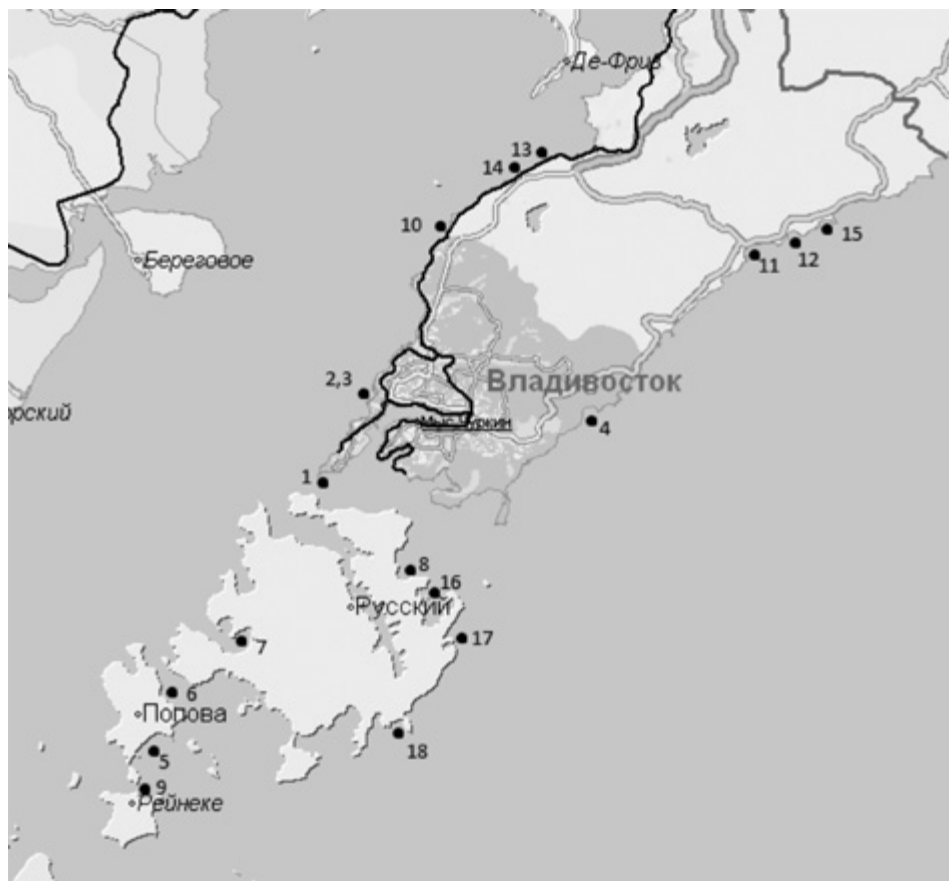


Рис. 1

Мониторинговые точки по морской воде

Результаты. Характеристика качества прибрежных вод морей в точках отбора по микробиологическим показателям представлена на рисунке 2. Анализируя санитарное состояние морской воды в местах рекреационного водопользования, можно отметить ухудшение микробиологических показателей во всех точках.

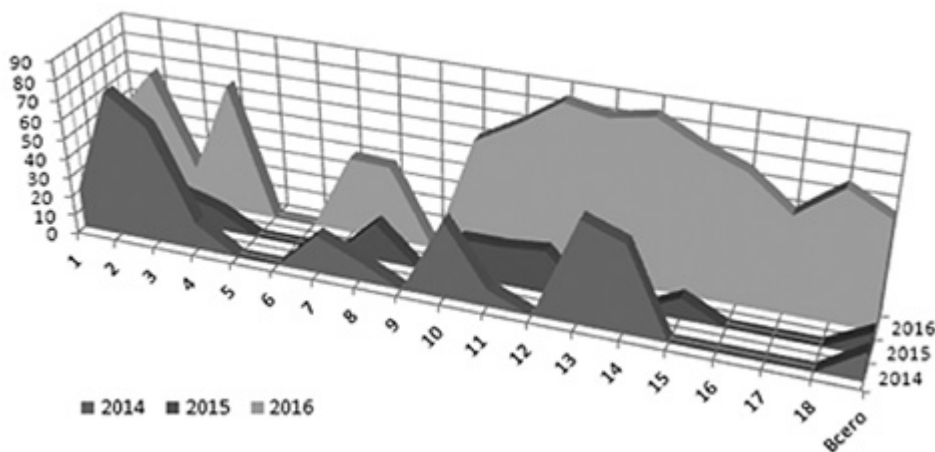


Рис. 2

Доля проб морской воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям (в %) за 2014–2016 гг.

Среди приоритетных показателей микробиологического загрязнения морской воды в местах рекреационных зон в 2016 г. отмечены ОКБ, *E. coli* и энтерококки (рис. 3). Максимальное превышение допустимого содержания по ОКБ в 6,2 раза отмечено в месте массового купания в бухтах Ленинского и Советского районов. Максимальное превышение допустимого содержания энтерококков отмечено в июле в б. Лазурная (на рис. 1 № 12) и в б. Кетовая (на рис. 1 № 12).

Наибольшее количество неудовлетворительных проб по микробиологическим показателям наблюдается в конце летнего сезона – в августе и сентябре (рис. 4). Это связано с повышением температуры воды, в это время года в среднем температура воды составляет около 22 °С. В сравнении с другими морями температура воды на пляжах Японского моря является не самой теплой. Например, в субтропических морских водах прибрежных зон существует определенная вероятность заполучить золотистый стафилококк при купании [Akanbi et al., 2013].

Относительно прохладная и соленая вода защищает население, принимающее морские ванны, от золотистого стафилококка, который не был обнаружен ни в одной пробе на протяжении 2014–2016 гг. несмотря на интенсивную антропогенную нагрузку на водный объект. В ходе исследования в морской воде проводилось определение колифагов; их присутствие говорит о давности микробного загрязнения, максимальная концентрация не превышала 1 КОЕ/100 мл (ПДК = 10 КОЕ/100 мл).

Выводы

1. В 2016 г. наблюдается повышение доли проб загрязнения морской воды в местах водопользования по микробиологическим показателям на 44,3 % в сравнении с 2015 г.

2. При изучении динамики качества морской воды зон рекреации в 2016 г. по приоритетным показателям загрязнения в зонах рекреации, по сравнению с 2015 г., отмечен рост удельного веса проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по энтерококкам и ОКБ.

3. По микробиологическим показателям качество воды не соответствовало гигиеническим нормативам в 15 пунктах водопользования населения (в 2015 г. – в 9).

4. В 2016 г. морская вода соответствовала требованиям нормативных документов по микробиологическим показателям в акватории о. Попова (в б. «Старк» и в б. «Пограничная») и о. Рейнеке.

5. Основным источником микробного загрязнения морской воды являются сточные воды. Неочищенные и недостаточно очищенные сточные воды концентрируются в прибрежной полосе (эффект «прилипания») и морскими течениями распространяются вдоль побережья.

6. Дополнительными причинами загрязнения морской воды могут быть отсутствие должного количества емкостей для сбора мусора на площадках для массового отдыха на побережье, несанкционированные стоянки частного водного транспорта. Крупные корабли вместе с балластными водами могут переносить несвойственные данной территории микроорганизмы и способствовать биологической инвазии [Бузолева и др., 2012].

7. Наиболее загрязненной морская вода в зонах рекреации бывает в период купального сезона (июль-сентябрь), когда антропогенная нагрузка максимальна. В этот период вода объектов рекреационного водопользования, при наличии высокой микробной обсемененности может привести к возникновению

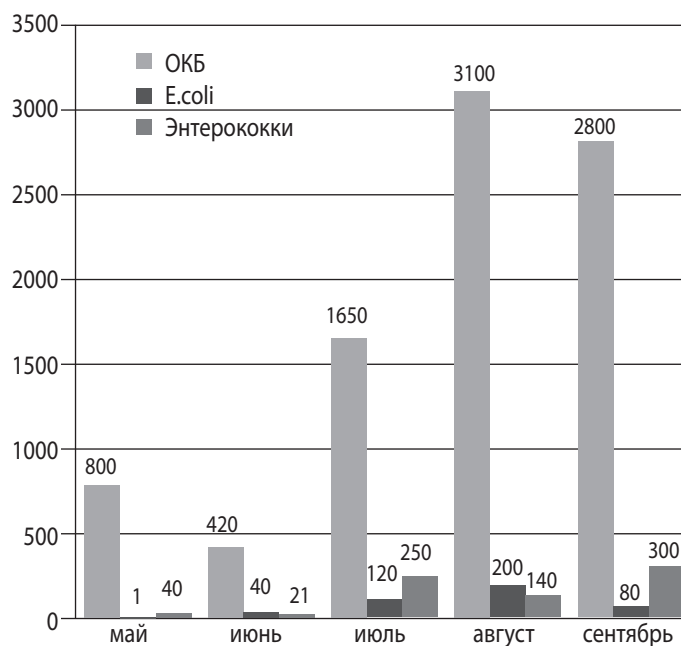


Рис. 3

Месячные колебания максимальных значений приоритетных микробиологических показателей (в КОЕ/100 мл)

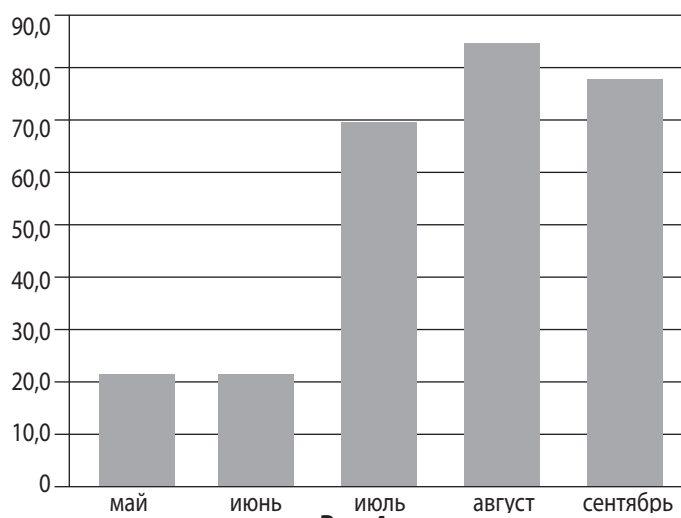


Рис. 4

Процент неудовлетворительных проб по микробиологическим показателям в морской воде для рекреационного водопользования по месяцам (в %)

инфекционной заболеваемости кишечной этиологии и неинфекционной заболеваемости кожи и подкожной клетчатки среди населения. Наиболее частым последствием для здоровья человека, ассоциирующимся со случайным заглатыванием загрязненных рекреационных вод, являются заболевания тонкого кишечника [Дроздова и др., 2014].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бузолева Л.С., Летягина А.В. и др. Исследование микроорганизмов, поступающих в порт Владивостока с балластными водами судов // Российский журнал биологических инвазий. 2012. Т. 5. № 1. С. 19–31.

Дроздова Е.В., Бурая В.В. и др. Результаты гигиенической оценки воды водных объектов в зонах рекреации по микробиологическим показателям как основа для научного обоснования индикаторных показателей безопасности // Здоровье и окружающая среда. 2014. Т. 1. № 24. С. 7–11.

Дроздова Е.В., Сычик С.И. и др. Экспериментальное обоснование индикаторных микробиологических показателей безопасности водных объектов в зонах рекреации // Анализ риска здоровью. 2015. № 1. С. 60–68.

Akanbi O.E., Njom H.A. et al. Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolated from Recreational Waters and Beach Sand in Eastern Cape Province of South Africa // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2017. No. 14 (9).

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАХВАЧЕННЫХ ВОЛН В РАЙОНЕ АНАТОЛИЙСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЁРНОГО МОРЯ

В.А. Иванов, Т.Я. Шульга, Т.В. Пластун

Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь
shulgaty@mail.ru

Длинные волны определяют характер большинства гидрофизических процессов, протекающих в морских бассейнах или на их границе, включая формирование береговой зоны, апвеллинг, меандрирование течений. В пограничных областях изменения глубины приводят к образованию горизонтально неоднородных волн, а также к появлению пограничных волновых образований (поверхностные и внутренние волны Кельвина, краевые и шельфовые волны, двойные волны Кельвина, придонные захваченные волны [Ефимов, Куликов, 1985; Mysak, 1985]). Собственная волна Кельвина, существующая на частотах как выше, так и ниже инерционной описывается аналитическим уравнением [Gill, 1982], решения которого хорошо известны: экспоненциальное затухание свободной поверхности на шельфе, распространение фазы справа (слева) от побережья в Северном (Южном) полушарии [Mysak, 1985; Ke, Yankovsky, 2010].

В настоящей работе исследуются параметры шельфовых волн в топографических пограничных областях: в зоне шельфа и континентального склона. Определено влияние рельефа дна на пространственно-временные параметры низших мод шельфовых волн вблизи критической частоты для реальных профилей дна анатолийского побережья Чёрного моря.

Исследование топографических пограничных волн выполнено с использованием модели с простой геометрией, для которой параметры рассматриваемой области зависят только от одной пространственной переменной. Математическая модель основывается на системе линейных уравнений мелкой воды для невязкой жидкости однородной плотности, вращающейся с постоянной угловой скоростью. Волновые решения краевой задачи подробно обсуждаются в [Ефимов, Куликов, 1985; Huthnance, 1975; Ke, Yankovsky, 2010]. Выбор района турецкого побережья Чёрного моря обоснован наличием континентальных шельфов черноморского побережья, где ожидается существование топографически модифицированных волн Кельвина.

Черты рельефа области шельфа анатолийского побережья представлены на рисунке 1.

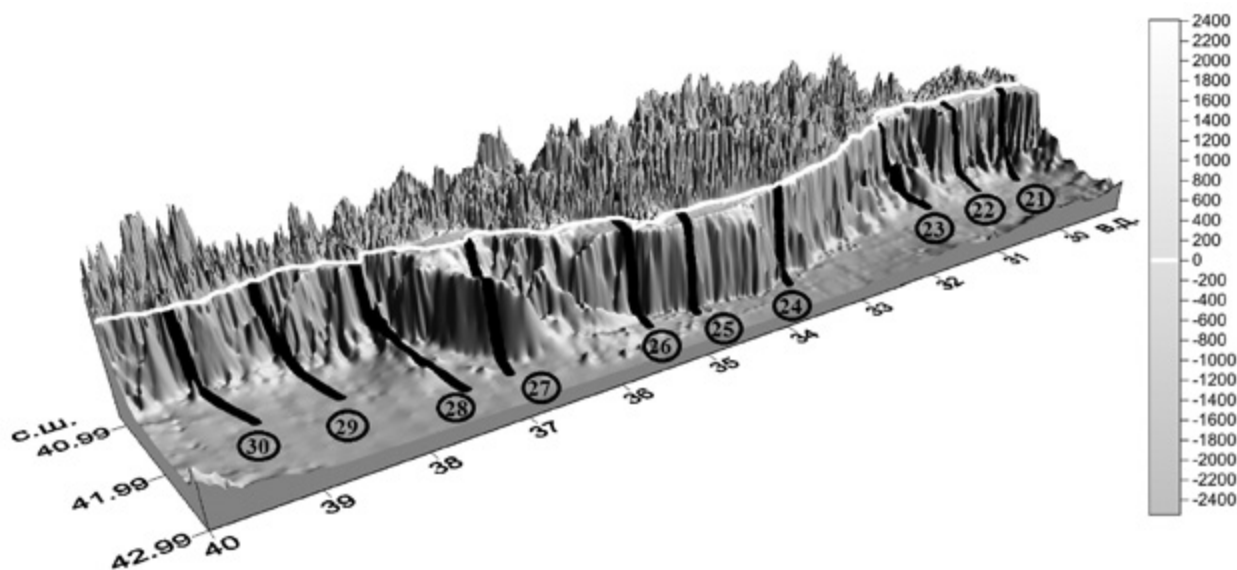


Рис. 1

Схема расположения профилей рельефа дна (21–30) в районе анатолийского побережья Чёрного моря

В таблице 1 приведены параметры шельфовых зон в рассматриваемом районе. Для каждого профиля указаны значения глубины: у берега (h_1), склона (h_2) и открытого моря (h_3), ширины: шельфа (L_1) континентального склона (L_2) и подножия (L_3), и также коэффициент уклона участков профиля $\alpha = 10^3(\partial H/\partial x)$.

Таблица 1

**ПАРАМЕТРЫ ПРОФИЛЕЙ ШЕЛЬФА
В РАЙОНЕ АНАТОЛИЙСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ**

Профиль	Шельф			Склон			Подножие		
	$h_1, \text{м}$	$L_1, \text{км}$	α	$h_2, \text{м}$	$L_2, \text{км}$	α	$h_3, \text{м}$	$L_3, \text{км}$	α
21	1	2,1	14,9	23	18,8	108,3	1884	53,1	2,7
22	12	2,1	51,3	86	29,3	67,6	1833	53,8	4,4
23	15	4,2	28,3	115	61,5	31,6	1915	46,6	5,2
24	8	6,9	25,4	162	61,2	43,9	1959	24,6	5,3
25	3	23,4	5,3	109	18,5	178,7	2188	17,1	4,9
26	17	19,3	5,5	110	15,1	116,9	1961	10,3	15,8
27	27	4,1	31,8	144	15,1	118,7	2064	19,2	14,1
28	10	16,7	7,6	111	24,4	73,8	1864	26,2	7,1
29	1	19,4	11,2	165	18,0	94,6	1834	28,3	6,4
30	15	14,6	8,9	151	36,7	56,4	2002	13,1	4,9

Исходными данными для моделирования является рельеф дна Чёрного моря, представленный файлом глубин (<http://www.gebco.net>). Эти данные получены на основании комбинирования глубинных батиметрических зондирований, выполненных судовыми приборами с интерполяцией между точками зондирования и усвоением спутниковых наблюдений. Сетка GEBCO-2014 представляет собой сплошную рельефную модель для океана

и суши с пространственным разрешением $0,5^\circ$. Данные в файле представлены в следующем формате: долгота с шагом $0,008337676^\circ$ в.д., широта с шагом $0,008342022941^\circ$ с.ш. и глубина в метрах. Номера профилей (21–30) выбраны в соответствии с классической схемой расположения нормальных к берегу профилей рельефа дна шельфовой зоны Чёрного моря [Блатов, 1992]. Выбранные профили глубин отражают также характерные особенности рельефа прибрежной зоны всего черноморского бассейна: ширина шельфа составляет 5–30 км, свал глубин начинается со 100-метровой изобаты. Для района анатолийского побережья, характеризующегося сложной конфигурацией берега и резкими перепадами глубин, параметры топографических волн оценены на частотах, близких к инерционным [Блатов, Булгаков, 1984].

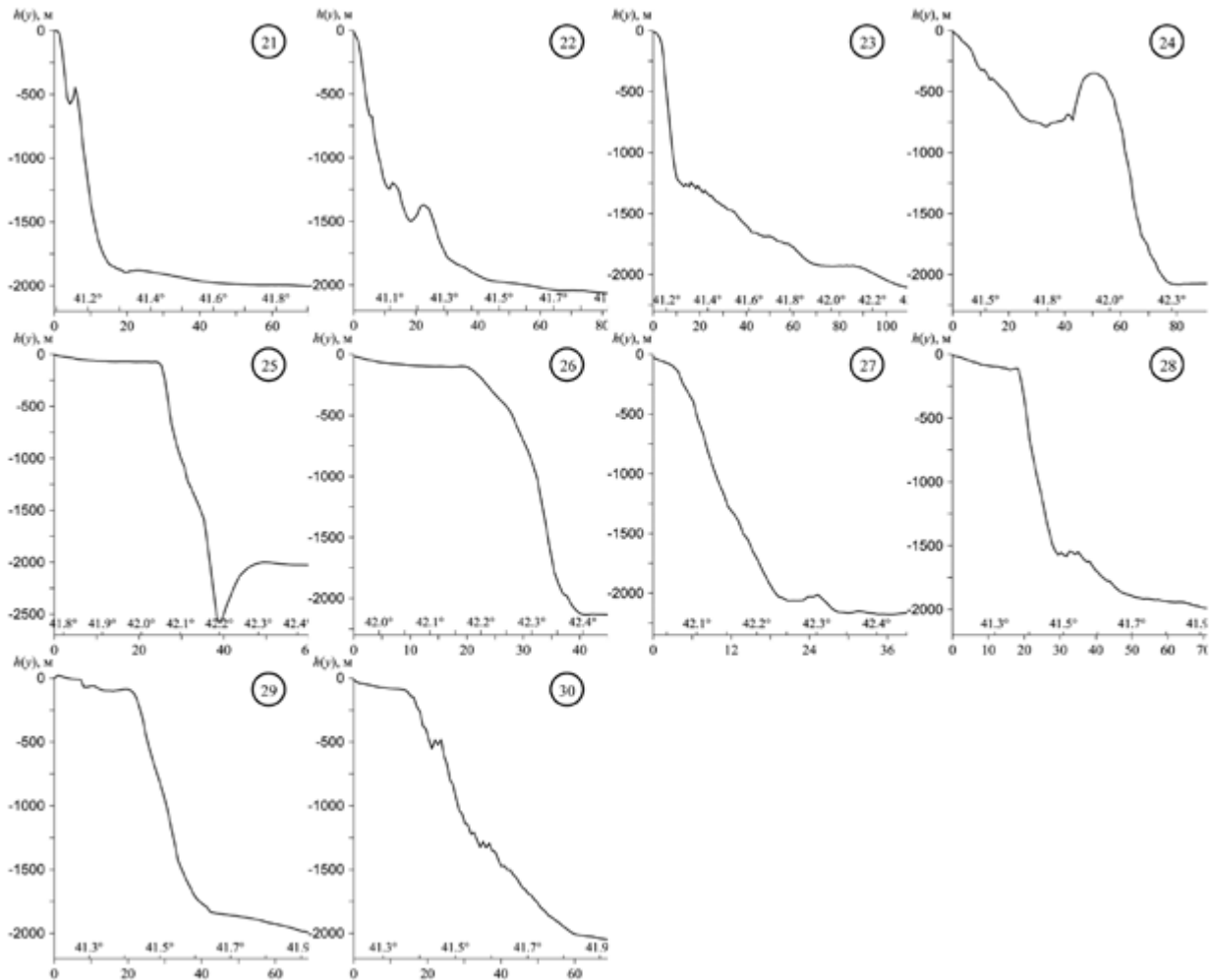


Рис. 2

Профили рельефа дна для десяти местоположений в районе анатолийского побережья, показанных числами в кругах на рисунке 1

Особенностью анатолийского побережья является подводная терраса (профиль 23 и 24) на глубине 500 м. Профили 25, 26 и 29 имеют наибольшую ширину шельфовой отмели 19,3–23,4 км. Резкий переход к континентальному склону (где имеет место абсолютный максимум $\alpha = 51,3$) имеет место на профиле 22. Профили 21–24, расположенные в восточной части турецкого побережья, наиболее специфичны. Здесь практически нет шельфа (оставляет 2,1–4,2 км), прибрежная отмель узка, с небольшими уклонами дна, профиль $h(y)$ близок к квазилинейному (рис. 2 и 3).

Как видно из рисунка 3, пространственный масштаб шельфовых волн определяется шириной шельфа. На наиболее широком шельфе на профиле 25 (23,4 км) длина волны первой моды равна 20 км, на профиле 23 с шириной шельфа 4,2 км (в 4,7 более узком, чем на профиле 25) длина волны первой моды меньше 8 км. Увеличение ширины континентального склона приводит к более медленному затуханию волны в сторону открытого моря, однако положение точки ζ_{\max} меняется незначительно: на профиле 26 она удалена от берега на 12 км, на профиле 23 – на 10 км, хотя ширина склона возросла от 15,1 до 61,5 км.

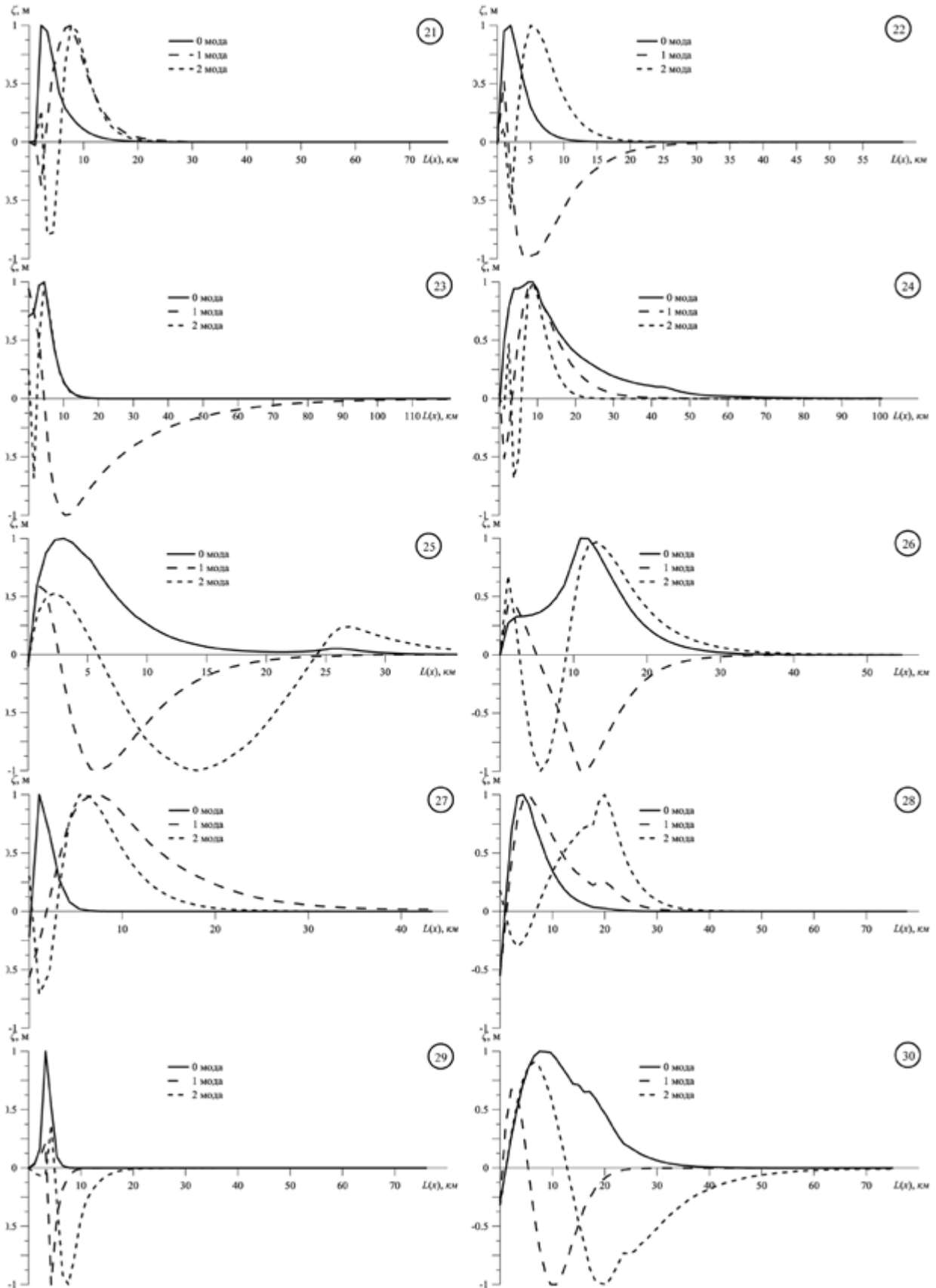


Рис. 3

Амплитудные функции $\zeta(x)$ нулевой, первой и второй моды для десяти местоположений в районе анатолийского побережья, показанных числами в кругах на рисунке 1

Радиус захвата шельфовых волн первой моды не равен ширине зоны переменных глубин, определяется шириной шельфа. На профилях дна с широким и пологим склоном (21–23, 26, 27, 30), значительно превосходящим ширину шельфа, затухание волны в сторону открытого моря происходит над серединой склона. Наоборот, на профилях, где $L_1 > L_2$, радиус захвата значительно шире зоны переменных глубин. Длина шельфовой волны первой моды растет быстрее при увеличении ширины шельфа, чем при увеличении ширины склона. Роль геометрии склона возрастает для волн второй моды. В этом случае длина волны и фазовая скорость растут как при увеличении ширины шельфа, так и при увеличении ширины склона. У волн второй моды первая узловая линия расположена над шельфом, вторая – над континентальным склоном вблизи кромки шельфа. На профилях дна, у которых ширина шельфа сравнима или меньше ширины склона, максимум наблюдается у берега.

Фундаментальный волновой режим захваченных волн представляет собой гибридную волну, объединяющую свойства волны Кельвина и волны Стокса в определенной частотной области, когда существенны как вращательные, так и топографические эффекты. В экспериментах с реальной топографией получено, что профиль шельфовых волн определяется прежде всего топографией шельфа и в меньшей степени – материкового склона. Максимальная амплитуда отмечается вблизи кромки шельфа. Ширина материкового склона практически не влияет на амплитуду шельфовых волн.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Блатов А.С., Булгаков Н.П. и др. Изменчивость гидрофизических полей Чёрного моря. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 240 с.
- Блатов А.С., Иванов В.А. Гидрология и гидродинамика шельфовой зоны Чёрного моря. К.: Наукова думка, 1992. 244 с.
- Ефимов В.В., Куликов Е.А. и др. Волны в пограничных областях океана. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 280 с.
- Gill A.E. Atmosphere-Ocean Dynamics. Academic Press, 1982. 662 p.
- Huthnance J.M. On trapped waves over a continental shelf // J. Fluid. Mech. 1975. No. 69. P. 689–704.
- Ke Z., Yankovsky A.E. The hybrid Kelvin-edge wave and its role in tidal dynamics // J. Phys. Oceanogr. 2010. No. 40. P. 2757–2767.
- Mysak L.A. Recent advances in shelf wave dynamics // Rev. Geophys. Space Phys. 1980. Vol. 18. No. 1. P. 211–241.
- Yankovsky A.E. Large-scale edge waves generated by hurricane landfall // J. Geophys. Res. 2009. Vol. 114. P. 1–13.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОСАДКОВ В БАССЕЙНЕ р. СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ

В.А. Коротун, А.Р. Иошпа

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
lera.korotun.98@mail.ru

Вопросы изменения климата принадлежат к числу тех научных проблем, которыми с незапамятных времен интересуется человечество и полное разрешение которых имеет большой теоретический интерес и огромное практическое значение.

В последние годы в связи с появлением сообщений о потеплении климата на всей планете интерес к данной проблеме возрос, а число публикаций заметно увеличилось. К настоящему времени появилось немало работ, в которых содержится много ценных фактов и построен ряд научных гипотез [Коротун, Иошпа, 2016; 2017; Анисимов, Белолуцкая, 2003; Всемирная конференция ... 2003; Климат России, 2001 и др.].

Однако из-за целого ряда технических трудностей, а также неоднозначности полученных результатов, недостаточной степени их точности и достоверности эта проблема всё еще далека от полного понимания.

Глобальное изменение климата, и прежде всего изменение температуры и осадков, могут по-разному проявляться в конкретном регионе. В то же время именно региональные проявления изменений климата имеют наибольший практический интерес.

В качестве метеорологических параметров, характеризующих режим температуры воздуха в приземном слое атмосферы, использовались минимальная, средняя и максимальная температура воздуха в приземном слое атмосферы в различные сезоны года, а в качестве метеорологических параметров, характеризующих режим атмосферных осадков, были использованы количество осадков также в различные сезоны года.

В качестве исходных данных использовались среднемесячные значения Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ – МЦД) в различных районах в бассейне р. Северский Донец, в основном за период 1966–2016 гг.

Термический режим воздуха формируется под влиянием как макромасштабных, так и местных факторов. К макромасштабным факторам относят атмосферную циркуляцию, радиационный режим и характер подстилающей поверхности, определяемые широтой местности, степенью континентальности и макрорельефом. Кроме них на термический режим оказывают влияние и местные условия: мезо- и микрорельеф, характер растительности и почв, близость водоемов и т. д., что приводит к сложной картине пространственно-временного распределения температуры [Климат России, 2001].

Анализ средних многолетних месячных температур показывает, что средняя январская температура воздуха понижается с севера на юг от –6,7 до –4,3 °С, а июльская – от 21,2 до 24,9 °С. Естественно, в холодный период контрасты более выражены (табл. 1). Ярко выраженный годовой ход испытывают и такие характеристики термического режима, как абсолютный максимум и абсолютный минимум температуры воздуха. До самой нижней отметки температура опускается в январе – феврале. Так, абсолютный минимум наблюдался на ст. Изюм в 1940 г. –35,6 °С и 7 февраля 2006 г. на ст. Готня –34,5 °С.

Таблица 1

СРЕДНЯЯ МНОГОЛЕТНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА ЗА ПЕРИОД 1966–2016 гг.

Станция \ Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ср. год
Чугуев	-5,7	-4,3	1,4	8,9	16,5	20,3	22,3	22,1	16,1	8,8	3,3	-1,5	8,6
Изюм	-5,1	-3,6	2,6	10,3	16,8	20,7	22,4	21,9	15,2	8,2	3,3	-1,4	9,5
Купянск	-6,4	-4,2	2,1	10,3	17,3	20,7	22,8	22,2	15,4	7,9	2,6	-2,1	9,3
Готня	-6,7	-4,6	0,6	8,7	15,6	18,9	21,2	21,4	15,6	8,2	2,8	-2,6	7,8
Каменск-Шахтинский	-4,3	-2,5	2,9	11,8	18,6	22,5	24,9	23,9	16,8	8,2	2,7	-1,5	10,5

Абсолютный максимум температуры зафиксирован в августе 2017 г. и составил 40,8 °С на ст. Каменск-Шахтинский. Таким образом, на исследуемой территории контраст может достигать порядка 70 °С.

На следующем этапе определялись также средние многолетние значения количества осадков за период 2005–2017 гг. по месяцам, в целом за год, за гидрологический год (XI–X), холодный (XI–III) и теплый (IV–X) периоды по станциям. Отмечается хорошо выраженный годовой ход атмосферных осадков, с минимумами в феврале в пределах от 23,0 до 36,2 мм и максимумами в июне – июле от 53,0 до 64,0 мм (табл. 2).

Таблица 2

СРЕДНИЕ МНОГОЛЕТНИЕ СУММЫ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ЗА ПЕРИОД 1966–2016 гг.

Станция \ Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ср. год
Чугуев	38,4	33,2	34,8	31,3	47,5	64,1	64,2	34,1	40,4	43,8	42,7	43,8	43,2
Изюм	49,8	36,2	41,2	43,0	48,8	59,8	43,2	39,7	49,4	41,6	39,6	54,3	45,5
Купянск	46,1	34,2	33,9	39,9	55,0	53,0	46,6	35,8	40,9	45,1	35,9	48,5	42,9
Готня	39,2	31,9	31,4	36,6	53,0	58,3	56,6	37,0	43,9	47,6	27,5	45,4	42,3
Каменск-Шахтинский	38,9	20,0	20,3	45,6	38,4	56,9	39,0	25,9	33,7	45,5	23,3	41,2	35,7

За исследуемый период наблюдается незначительная тенденция роста осадков в северной части бассейна р. Северский Донец.

Для выявления возможной зависимости температурного режима и осадков был проведен расчет средних многолетних значений для теплого и холодного периода для каждой станции.

На рисунке 1 представлен график распределения температуры и осадков на станции Готня в холодный период года.

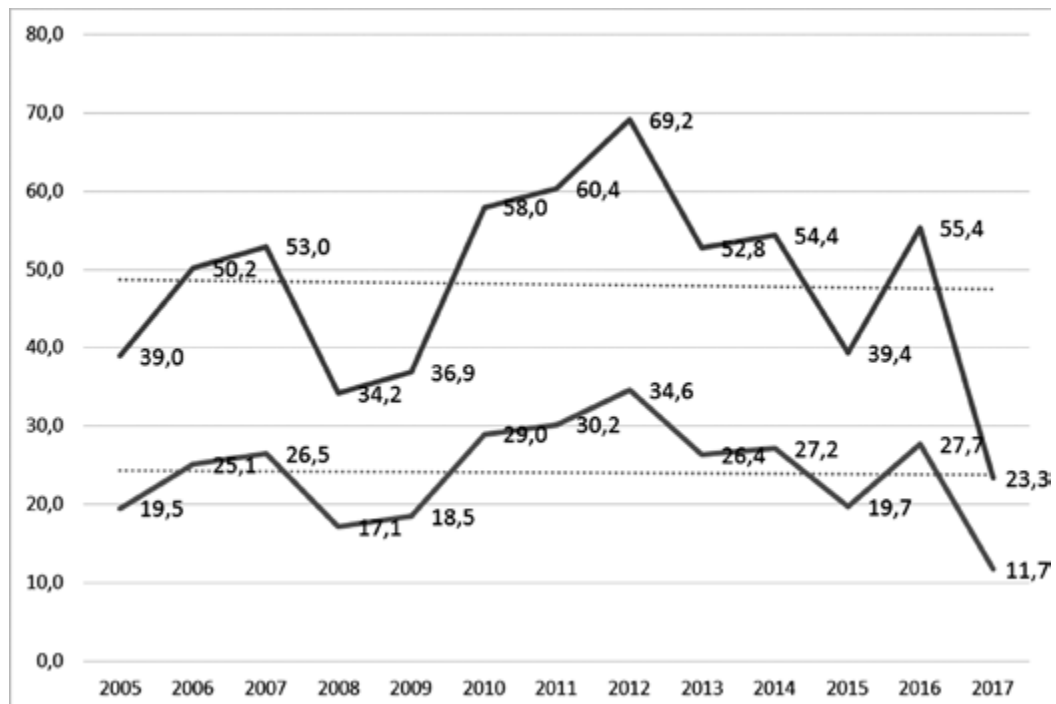


Рис. 1

График распределения средних значений температуры и осадков в холодный период года на ст. Готня

Из графика (рис. 1) видно, что при увеличении температуры воздуха количество осадков уменьшается и наоборот – при падении температуры общее количество выпавших осадков увеличивается.

Общий тренд за 50-летний период на ст. Готня – повышение среднемесячной температура воздуха в холодный период, соответственно наблюдается уменьшение общего количества осадков.

Работа выполнена в рамках гранта ВнГр-07/2017-4 «Разработка методических основ и рекомендаций для комплексного управления прибрежной зоной Азовского моря в условиях роста опасных экзогенных процессов, рекреационной нагрузки, климатической изменчивости».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анисимов О.А., Белолуцкая М.А. Современное потепление как аналог климата будущего // Физика атмосферы и океана. 2003. № 2. С. 211–221.

Всемирная конференция по изменению климата: тез. докл. М., 2003. 670 с.

Климат России / под ред. Н.В. Кобышевой. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 611 с.

Коротун В.А., Иошпа А.Р. Исследование многолетнего режима осадков в бассейне реки Северский Донец // Молодая наука – 2016: мат-лы VII Открытой междунар. молодежной научн.-практ. конф., посвящ. 70-летию основания Краснодарского регионального отделения Русского географического общества и 20-летию основания филиала РГГМУ в г. Туапсе / под ред. М.С. Аракелова, С.А. Мерзаканова. Туапсе, 2017. С. 281–284.

Коротун В.А., Иошпа А.Р. Оценка климатических изменений в бассейне р. С. Донец на основе статистического анализа рядов осадков за пятилетний период // Актуальные проблемы наук о Земле: сб. трудов II научн. конф. студентов и молодых ученых с междунар. участием. Ростов н/Д, 2016. С. 267–269.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДЕФИЦИТА КИСЛОРОДА В ВОДАХ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЯХ

В.В. Кулыгин¹, Л.В. Дашкевич¹, В.С. Герасюк²

¹ Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону,

² Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
kulygin@ssc-ras.ru

Одной из особенностей формирования кислородного режима Азовского моря в современный период является проникновение зон дефицита кислорода в акваторию Таганрогского залива (ТЗ). Частота появления таких ситуаций в ТЗ в последние десятилетия увеличивается как из-за климатических изменений, так и в результате роста антропогенной нагрузки. В этой связи актуальной является проблема создания технологии оценки вероятности неблагоприятных экологических явлений (дефицит кислорода, массовые заморы гидробионтов) в ТЗ для выработки подходов к обеспечению экологической безопасности рассматриваемого региона. Возможность качественной оценки условий для возникновения зон дефицита кислорода в ТЗ на основе анализа нескольких гидрометеорологических факторов рассмотрена ниже.

В современной гидрохимической литературе любая концентрация менее равновесной трактуется как дефицит кислорода или гипоксия. Однако снижение содержания кислорода до определенного предела не влечет за собой функциональных изменений для гидробионтов. В настоящем исследовании, следуя [Макарова, 1970; Александрова и др., 2014], пределом кислородного режима в Азовском море принято значение 60 % насыщения (что для температур воды в летний период примерно соответствует концентрации растворенного кислорода 3 мл/л), а концентрация <60 % в летний период рассматривается как дефицит растворенного кислорода для жизнедеятельности гидробионтов.

Таганрогский залив, являющийся частью эвтрофного водоема (Азовского моря), обладает высоким запасом органического вещества. Основной причиной формирования дефицита кислорода в этом случае становится значительное его потребление на окисление органических веществ, особенно тех, которые содержатся в донных отложениях. Общая вертикальная устойчивость водных масс выступает триггером этого процесса. На акватории ТЗ отмечаются два участка с относительно высокими значениями вертикальной устойчивости – в зоне вторжения соленых вод на западе и в устье р. Дон, где происходит процесс смешения пресных речных вод с более солеными водами залива.

Отличительной особенностью режима растворенного кислорода в ТЗ в летний период является резкая вертикальная стратификация, с его высокой степенью насыщения в поверхностном горизонте и нередко наблюдаемой придонной депрессией (насыщение менее 60 %). В придонном горизонте также нередки случаи критических (40 %) и пороговых значений (20 %) насыщения вод растворенным кислородом [Кляшторин, 1980]. Дефицит растворенного кислорода в водах ТЗ может наблюдаться не только у дна, но в отдельных случаях и в поверхностном горизонте.

В настоящей работе для анализа из исторической базы данных (БД) ЮНЦ РАН были выбраны 5614 океанографических станций с наблюдениями за растворенным кислородом (в летние месяцы – 2162) в ТЗ с 1924 по 2016 г. В работе также использовались материалы регулярных наблюдений за скоростью ветра в прибрежной зоне ТЗ на ГМС Таганрог, Ейск и Мариуполь. Исследовались следующие внешние факторы, влияющие на содержание растворенного кислорода в водах ТЗ: температура и соленость вод, а также скорость ветра. В связи с крайне малым количеством океанографических станций с натурными оценками продуктивности ТЗ, не удалось в должной мере исследовать этот, безусловно, важнейший параметр в образовании зон дефицита кислорода.

В результате анализа данных было выявлено, что дефицит кислорода в водах ТЗ наблюдался только в летние месяцы. Из более чем двух тысяч океанографических станций с данными наблюдений за летний сезон дефицит кислорода у дна был отмечен в 73 случаях (рис. 1), при этом на 4 станциях – по всей водной толще. Выявленные ситуации распределены по месяцам следующим образом: июнь – 38,4 % случаев, июль 39,7 %, август 21,9 %.

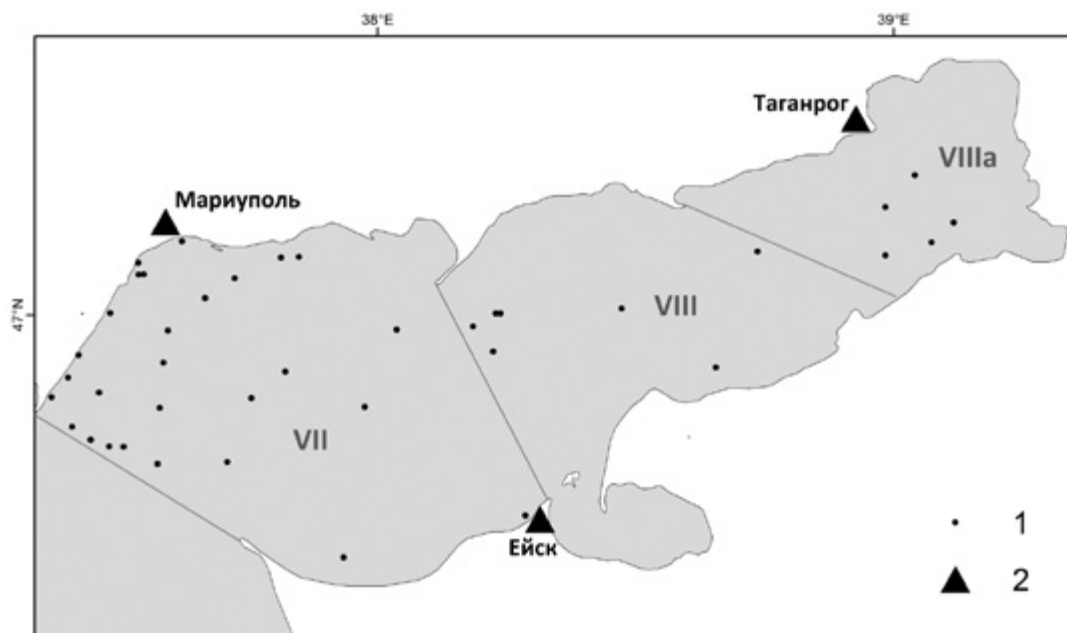


Рис. 1

Океанографические станции в БД с дефицитом растворенного кислорода:

1 – океанографические станции, 2 – ГМС.

Примечание: на карте количество точек, соответствующих станциям, меньше 73, т. к. часто случаи с дефицитом кислорода отмечались на одних и тех же станциях в разные годы

В случаях наблюдения дефицита кислорода у дна по данным из БД были рассчитаны градиенты температур и солёности вод на станциях между поверхностным и придонным горизонтами. Согласно проведенному анализу (табл. 1), для июньских вод характерно наиболее выраженное температурное и плотностное расслоение (рис. 2а), что соответствует литературным данным [Куропаткин, 2001]. В августе, напротив, наблюдается однородное вертикальное распределение, которое при высоких температурах вод у дна ($>23,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) не препятствует возникновению зон дефицита кислорода (рис. 2б), в отдельных случаях – по всей толще вод.

Таблица 1

**АБСОЛЮТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ГРАДИЕНТОВ ТЕМПЕРАТУР И СОЛЁНОСТИ ВОД ТЗ
МЕЖДУ ПОВЕРХНОСТНЫМ И ПРИДОННЫМ ГОРИЗОНТАМИ,
ПРИ НАБЛЮДАЕМОМ ДЕФИЦИТЕ КИСЛОРОДА У ДНА**

Градиент	Июнь	Июль	Август
	Температура		
минимум	0,1	0,1	0,0
среднее	1,7	0,9	0,4
медиана	1,3	0,7	0,4
максимум	4,8	2,7	1,1
Соленость			
минимум	0,0	0,0	0,0
среднее	2,7	0,9	1,2
медиана	2,1	0,4	1,0
максимум	6,9	4,5	4,8

Следует отметить, что вероятность возникновения заморных условий значительно возрастает над глинистыми легко взмучиваемыми донными осадками, на окисление которых требуется до $10,67\text{ гO}_2/\text{м}^2\cdot\text{сут.}$ кислорода [Александрова и др., 2014]. Наличие глинистых донных отложений характерно для всей акватории ТЗ, но особенно для его западной части [Матишов и др., 2007], что отражается на распространении зон дефицита растворенного кислорода (рис. 1). Наблюдения показывают [Александрова и др., 2015], что при

низком содержании $C_{орг}$ в донных отложениях даже значительная температурная стратификация не приводит к существенному снижению содержания кислорода у дна. При преобладании в донных отложениях пелитовой фракции, активно аккумулировавшей $C_{орг}$ (>2,5 %), уже при незначительной плотностной стратификации по температуре ($\Delta t = 0,8-1,2$ °C) содержание кислорода придонного слоя снижалось для критических для рыб значений (<10–20 %).

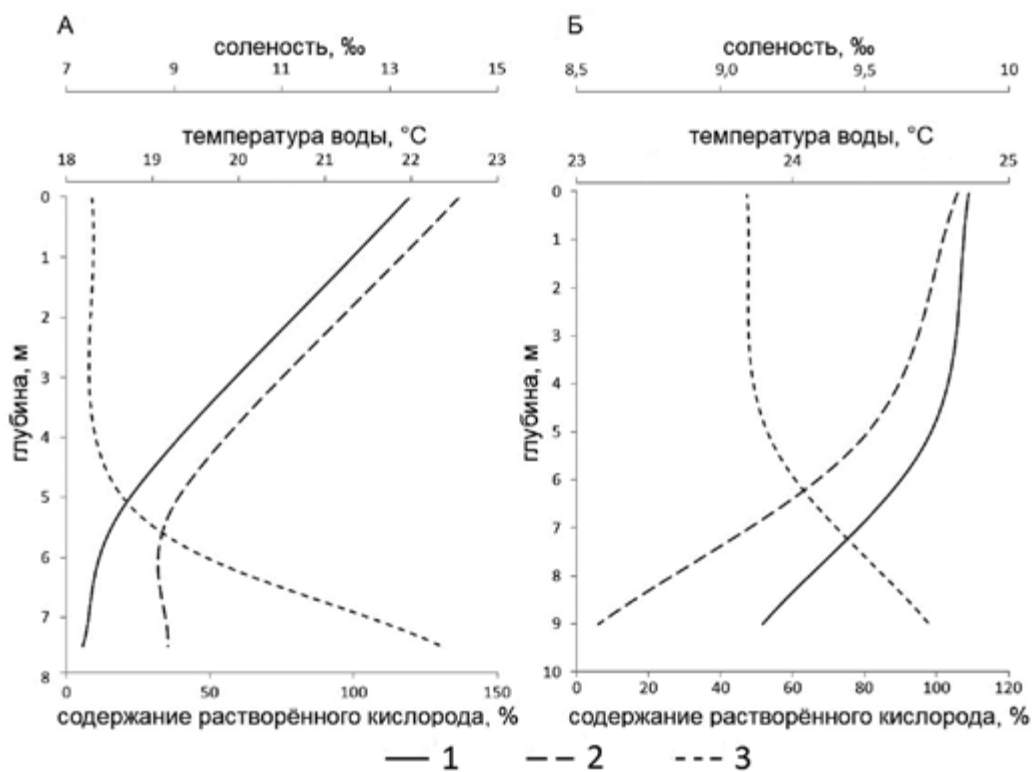


Рис. 2

Распределение растворенного кислорода, солёности и температуры вод по глубине, характерное для июня – А и августа – Б;
1 – растворенный кислород (%), 2 – температура воды (°C), 3 – солёность (‰)

На основе комплексного анализа данных были выделены ситуации типичные для возникновения зон дефицита кислорода в акватории ТЗ. Подобные ситуации всегда отмечались при практически штилевой погоде (медиана скорости ветра 2,5 м/с, максимум 4 м/с) и прогреве вод не менее чем до 17 °C у дна. Наибольшее количество случаев с дефицитом кислорода в БД (85 %) отмечено при температурах воды у дна > 21 °C. При этом при скорости ветра в ТЗ более 4 м/с даже при высоких температурах воды у поверхности и дна (28–29 °C и 26–27 °C соответственно) данных наблюдений об образовании зон с дефицитом растворенного кислорода в БД нет, однако степень насыщения вод кислородом у дна близка к дефициту.

По результатам исследования была составлена таблица (табл. 2) качественной оценки возможности возникновения зон с дефицитом кислорода в ТЗ. Как можно видеть из таблицы 2, в ТЗ весьма вероятно образование зон с дефицитом растворенного кислорода у дна при слабом ветре и высокой температуре вод. Возникновение такой гидрометеорологической ситуации особенно опасно над районами с глинистыми донными осадками.

Таблица 2

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФИЦИТА КИСЛОРОДА У ДНА В ТЗ

Температура вод у дна, °C	Скорость ветра, м/с	
	≤4	>4
<17	маловероятно	маловероятно
17–21	возможно	маловероятно
>21	весьма вероятно	возможно

На основе представленной качественной оценки условий возникновения дефицита кислорода могут быть разработаны сценарии, соответствующие различным гидрометеорологическим ситуациям, оценка которых с использованием пространственной математической модели позволит построить серию карт рисков возникновения зон гипоксии в ТЗ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00290 мол_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Александрова З.В., Баскакова Т.Е., Долженко С.В. Закономерности формирования кислородного режима и некоторые методические аспекты развития придонной гипоксии в Азовском море // Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод: мат-лы научн. конф. Ч. 1 (08–10.09.2015). Ростов н/Д, 2015. С. 1–5.

Александрова З.В., Баскакова Т.Е., Шевцова Е.А., Долженко С.В. Основные закономерности развития гипоксии в придонном слое Азовского моря и ее экологические последствия для гидробионтов // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Чёрноморского бассейна: сб. научных тр. (2012–2013 гг.). Ростов н/Д: ФГУП «АзНИИРХ», 2014. С. 11–31.

Кляшторин Л.Б. О зависимости уровня активного обмена у рыб от температуры // Физиология морских рыб. М.: Наука, 1980. С. 41–47.

Куропаткин А.П. Пространственно-временная структура вертикальной устойчивости вод Азовского моря в летний период // Среда, биота и моделирование экологических процессов в Азовском море. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. С. 33–44.

Макарова Г.Д. Кислородный режим Азовского моря и условия его формирования в период зарегулированного стока р. Дон // Химические ресурсы морей и океанов. М., 1970. С. 109–115.

Матишов Г.Г., Польшин В.В., Болдырев М.А., Мысливец В.И., Маев Е.Г., Зверев А.С. Новые представления о голоценовых отложениях шельфа Азовского моря (по данным картирования и сейсмопрофилирования дна) // Экосистемные исследования Азовского, Чёрного, Каспийского морей и их побережий. Т. IX. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. С. 42–50.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ СЕТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МРЛ

В.А. Лебедева, А.Р. Иошпа

Южный федеральный университет, Институт наук о Земле, г. Ростов-на-Дону, Россия
vera_lebedeva_1994@list.ru, aioshpa@yandex.ru

Наблюдение и прогнозирование опасных явлений стало необходимо для работы авиации, сельского хозяйства и других отраслей деятельности человека. Для эффективной работы авиации важны вопросы своевременного обнаружения гроз, выявления их интенсивности.

Актуальность выбранной темы состоит в применении информации метеорологического обеспечения безопасности полетов самолетов и поддержании высокой экономической деятельности авиакомпаний и аэропорта в целом.

Применение информации сети автоматизированных МРЛ (метеорологических радиолокаторов) играет важную роль в работе авиации. Определение скорости и направления смещения облачности используется для консультации экипажа с целью обхода зон с грозоопасной облачностью.

Скорость смещения поля радиоза за интервал Δt вычисляется с помощью формулы

$$V = (\Delta x_{cp}^2 + \Delta y_{cp}^2)^{1/2} / \Delta t, \quad (1)$$

где V – скорость поля; Δx_{cp} и Δy_{cp} – среднее значение смещения поля радиоэха; Δt – интервал времени.

Направление смещения определяют исходя из того, что:

$$d = \arctg \frac{\Delta x_{cp}}{\Delta y_{cp}} \quad d = \arctg \frac{\Delta x_{cp}}{\Delta y_{cp}}. \quad (2)$$

Сверхкраткосрочный прогноз опасных явлений и осадков по радиолокационным данным для конкретных пунктов в радиусе обзора основан на линейной экстраполяции поля радиоэха облачности в соответствии с рассчитанными направлением d и скоростью его движения V . Таким образом, самым важным в прогнозе оказывается точное определение V и d .

Для оценки возможностей кросскорреляционного метода в таблице 1 приведены результаты расчета оправдываемости прогноза с использованием распределения ошибок определения V и d для $\Delta t = 15$ мин в слое.

Таблица 1

**РАСЧЕТНАЯ ОПРАВДЫВАЕМОСТЬ ПРОГНОЗА
ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТИ**

Заблаговременность, мин	15–29	30–59	0–89	90–120
Оправдываемость, %	93	76	59	15

Из таблицы 1 видно, что удовлетворительную оправдываемость прогноза следует ожидать для заблаговременности не более 1,5 ч. Под заблаговременностью прогнозов здесь понимается интервал времени от момента составления прогноза до начала опасных явлений и осадков в конкретных пунктах. Под оправдываемостью прогнозов понимается отношение $(n/N) \cdot 100\%$, где N – общее число составленных прогнозов, по которым ожидалось появление опасных явлений и осадков в пунктах, n – число оправдавшихся прогнозов. Средняя ошибка определения времени начала осадков и опасных явлений погоды в конкретных пунктах района для прогнозов, составляемых с заблаговременностью до 60 мин, равняется ± 15 мин.

Прогноз развития кучево-дождевой облачности (Сб) и гроз на 2–3 ч совместно с фактическими данными МРЛ позволяет с достаточной заблаговременностью разработать штормовое предупреждение о начале опасных явлений по району, а в сочетании с наземными данными уточнить прогноз для воздушных трасс.

Ограничением заблаговременности прогноза по радиолокационным данным является время существования явления. Если при фронтальных процессах по данным МРЛ можно дать прогноз перемещения участка фронтальной зоны облачности (но не явления, которое существовало на этом участке в срок составления прогноза) с заблаговременностью 2–3 ч (что заметно меньше времени существования всей системы), то для внутримассовых процессов заблаговременность радиолокационного прогноза не превышает 30 мин. Дискретность обновления радиолокационных данных (15 мин) позволяет практически непрерывно обеспечивать потребителей прогнозами указанной заблаговременности.

Прогноз стратификации атмосферы с использованием данных других видов наблюдений, включая радиолокационные, позволяет увеличить заблаговременность до 1–6 ч.

С учетом особенностей развития кучево-дождевой облачности в районе наблюдений с заблаговременностью 2–3 ч можно прогнозировать развитие не отдельного Сб, а только поля Сб. МРЛ при этом наблюдает поле радиоэха конвективной облачности.

Для оценки тенденции развития этого поля прогнозируется изменение максимальной высоты верхней границы радиоэха конвективной облачности H_{max} в радиусе обзора 150 км. Такой прогноз можно составлять разными методами.

Для расчета характеристик прогностического облака подробно исследована возможность определения H_{max} с помощью одномерной осесимметричной стационарной модели конвективного облака. Указанная модель является развитием метода частицы и дополнительно учитывает вовлечение окружающего воздуха в облако и торможение потока весом сконденсировавшейся влаги.

Одновременно с прогнозом H_{max} рассчитывается прогноз ливней и гроз по району с той же заблаговременностью. При этом используются следующие предикторы: радиус облака, H_{max} , превышение H_{max} над изотермой $-22\text{ }^\circ\text{C}$, максимальная скорость восходящих потоков, максимальная влажность в облаке.

Прогноз выполняется с использованием линейной дискриминантной функции. Все расчеты проводятся автоматически с контролем исходных данных по желанию синоптика в интерактивном режиме работы комплекса.

Важное место в повышении эффективности гидрометеорологического обеспечения занимает сверхкраткосрочное (до 6 ч) прогнозирование. Радиолокационные данные, обладающие высоким пространственно-временным разрешением, используются для решения задач обнаружения и слежения за полями осадков и опасными явлениями погоды, связанными с кучево-дождевой облачностью.

Таким образом, радиолокационная информация об опасных явлениях погоды, особенно конвективного характера (таких как сильный ливень, шквал, гроза, град и т.д.), намного повышает оправдываемость прогнозов погоды и заблаговременность штормового предупреждения об их возникновении, интенсивности развития и прекращении.

ТИПИЗАЦИЯ ЗИМ ПО СТЕПЕНИ СУРОВОСТИ В КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ

А.А. Магаева^{1,2,3}, Н.А. Яицкая^{1,2}

¹ Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

² Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

³ Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
a.magaeva@mail.ru, yaitskayan@gmail.com

Типизация зим по степени суровости – важный параметр, позволяющий оценить межгодовую динамику температурных условий в регионе. Определение типов зим является ключевым параметром не только при анализе ледового режима морей, но и для оценки климатических изменений. Чередование суровых и мягких зим может говорить о цикличности климата, что подтверждается работами [Матишов и др., 2008; 2014].

В рамках научного проекта Российского фонда фундаментальных исследований № 17-05-41190 РГО_а проводится исследование зимних кумулятивных опасных природных явлений в Каспийском море за период с 1900 по 2015 г. и их воздействия на берега, прибрежную инфраструктуру и гидротехнические сооружения. Одним из этапов оценки внутривековых флуктуаций гидрометеорологического режима каспийского региона является типизация зим по степени суровости на основе данных о температуре воздуха для всей акватории Каспийского моря. Для этих работ авторами выбран метод, представленный в [Гидрометеорологические ... 1962], доработанный и успешно апробированный для региона Азовского моря [Магаева, Яицкая, 2016]. Для определения критериев суровости зим используются среднемесячные значения температуры воздуха за зимний период (декабрь – март) на нескольких прибрежных метеопунктах. Наибольшие отклонения от средней многолетней суммы температур за зимний период как в сторону максимальных, так и в сторону минимальных значений делятся на три равные части, которые характеризуют мягкие, умеренные и суровые зимы. Подробное описание методики и примеры расчетов представлены в [Магаева, Яицкая, 2016].

Для вычисления критерия суровости в Каспийском море использован ряд наблюдений по метеопунктам: Атырау (1892–2015 гг.), Астрахань (1881–2015 гг.), Каспийский (1959–2013 гг.), Лагань (1959–2015 гг.), Форт-Шевченко (1950–2015 гг.), Тюлений (1959–2015 гг.), Махачкала (1882–2015 гг.), Дербент (1963–2015 гг.), Туркменбаши (1936–2015 гг.), Ленкорань (1964–2015 гг.). Период наблюдений: с 1883/84 гг. по 2014/15 гг. с некоторыми перерывами (периоды Гражданской и Великой Отечественной войн). Данные получены из открытого архива ВНИИ Гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (meteo.ru) [Булыгина и др.]. В связи с тем, что метеостанции имеют различные временные периоды наблюдений, критерии суровости определялись для каждого пункта отдельно (табл. 1).

КРИТЕРИИ СУРОВОСТИ И КОЛИЧЕСТВО ЗИМ
РАЗЛИЧНОГО ТИПА МЕТЕОПУНКТОВ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Пункт	Суровая		Умеренная		Мягкая	
	$\sum t_{\text{вздх}}, ^\circ\text{C}$	Количество	$\sum t_{\text{вздх}}, ^\circ\text{C}$	Количество	$\sum t_{\text{вздх}}, ^\circ\text{C}$	Количество
Атырау	$\leq -31,6$	23	от -31,6 до -15,2	66	$\geq -15,2$	30
Астрахань	$\leq -21,3$	23	от -21,3 до -5,9	77	$\geq -5,9$	30
Каспийский	$\leq -10,7$	10	от -10,7 до 0,1	27	$\geq 0,1$	17
Лагань	$\leq -10,7$	10	от -10,7 до 0,1	28	$\geq 0,1$	17
Форт-Шевченко	$\leq -4,5$	10	от -4,5 до 6,7	35	$\geq 6,7$	18
Тюлений	$\leq -3,1$	10	от -3,1 до 6,6	30	$\geq 6,6$	14
Махачкала	$\leq 0,3$	19	от 0,3 до 11,9	80	$\geq 11,9$	33
Дербент	$\leq 7,9$	13	от 7,9 до 16,8	44	$\geq 16,8$	23
Туркменбаши	$\leq 12,6$	25	от 12,6 до 23,6	36	$\geq 23,6$	19
Ленкорань	$\leq 19,1$	10	от 19,1 до 26,7	28	$\geq 26,7$	13

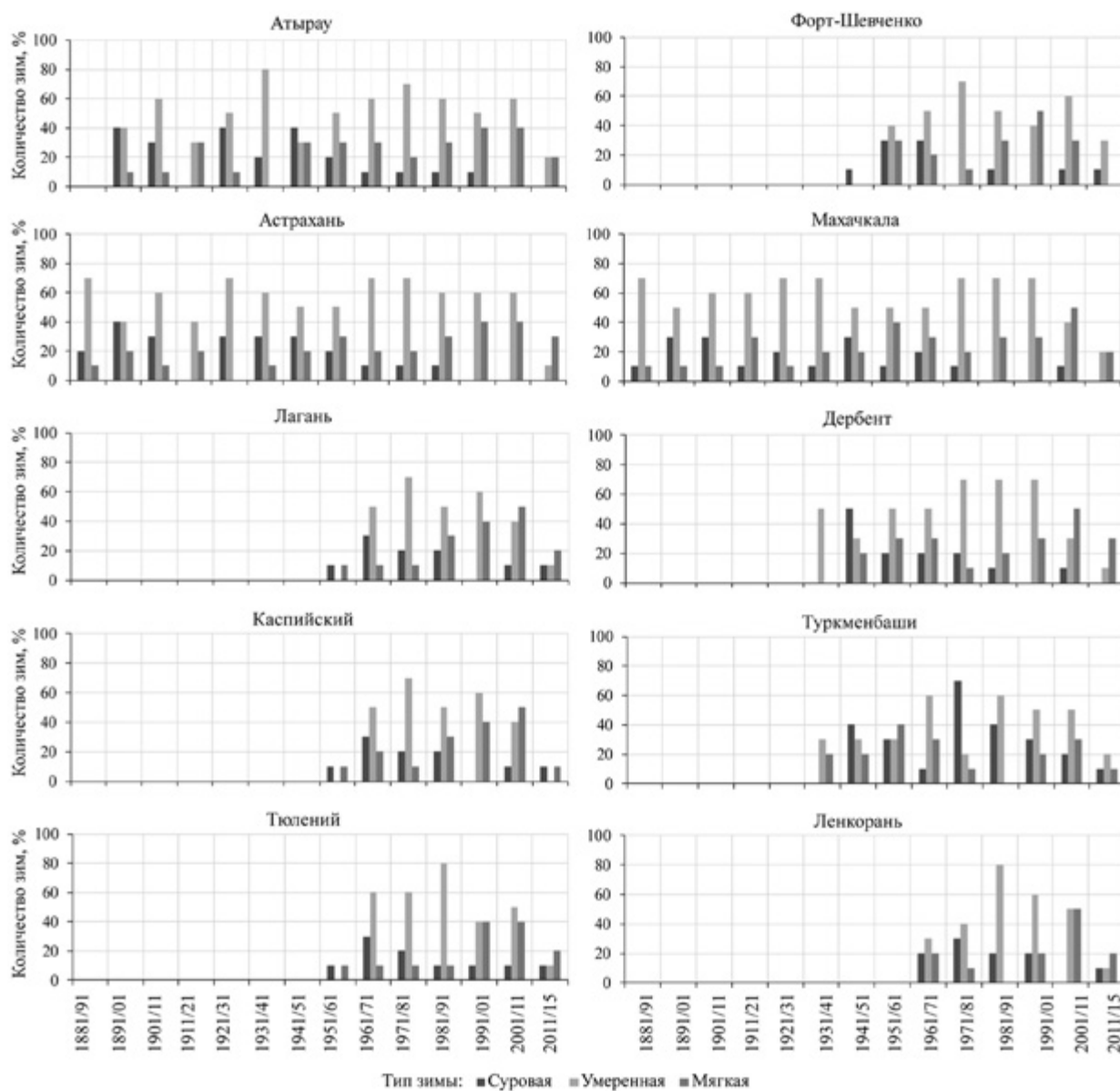


Рис. 1

Типизация зим по степени суровости пунктов Каспийского моря

Как видно из рисунка 1, для всех пунктов наблюдений в Каспийском море характерно преобладание умеренного типа зим по температурному режиму. Значительно изменяется количество суровых и мягких зим. Так, начиная с 1960-х гг. уменьшается количество суровых зим, при этом возрастает количество мягких. Это наблюдается в пунктах Лагань, Тюлений, Ленкорань. В пунктах Астрахань, Атырау, Дербент и Махачкала суровые зимы наблюдаются еще реже с 1990-гг. – примерно раз в 8–12 лет.

Самой суровой зимой в Каспийском море является зима 1953/1954 гг. Сумма температур составила: минус 38,4 для пункта Астрахань, минус 49,2 °С для пункта Атырау, минус 13,1 °С – Махачкала, минус 3,1 °С – Дербент. Абсолютный максимум наблюдался в пункте Атырау 2 февраля 1954 г. и составил минус 37,4 °С.

Суровые зимы в данном регионе обуславливаются меридиональной активностью, при которой холодный воздух из арктического бассейна чаще проникает далеко к югу, что приводит к резкому и длительному похолоданию [Соловьев, 1973].

Самой мягкой зимой для пунктов Астрахань, Атырау и Махачкала является зима 1913/1914 гг. Суммы среднемесячных температур воздуха составили 7,9 °С, 1,0 °С и 21,0 °С соответственно. Абсолютный максимум 24,0 °С наблюдался в пункте Астрахань 29 марта 1914 г. Для пунктов Тюлений и Дербент – зима 2003/2004 гг., суммы температур составили 14,5 °С и 23,0 °С соответственно; Каспийский и Лагань – зима 1999/2000 гг., сумма температур – 8,8 °С для обоих пунктов. Туркменбаши – 1961/1962 гг., сумма температур – 32,0 °С, Ленкорань – 2001/2002 гг., сумма температур 33,0 °С, Форт-Шевченко – 1965/1966 гг., сумма температур – 15,7 °С.

Мягкие зимы наблюдаются при активности широтных процессов в Европе, в том числе на юге Европейской территории России, Кавказе и Каспийском море [Соловьев, 1973].

Увеличение повторяемости зим с умеренными и мягкими температурными условиями несомненно оказывает влияние на ледовый режим водоема. Необходимо отметить, что такая тенденция не говорит об общем потеплении в регионе. Для точных оценок необходимо проводить комплексный анализ всех составляющих ледового режима (ледовитость, начало и конец ледостава, продолжительность ледостава, дата минимальной температуры и др.) и метеоэлементов, для которых также характерны внутривековые флуктуации. Это является предметом будущего исследования в рамках продолжающегося проекта.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и РГО в рамках научного проекта № 17-05-41190 РГО_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Булгыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. «Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621485. URL: <http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных>

Гидрометеорологический справочник Азовского моря. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 853 с.

Магаева А.А., Яицкая Н.А. Типизация зим в регионе Азовского моря по степени суровости // Экология, экономика, информатика. Азовское море, Керченский пролив и предпроливные зоны в Чёрном море: проблемы управления прибрежными территориями для обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования: сб. мат-лов III Всерос. конф. Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2016. С. 240–248.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Бердников С.В., Сорокина В.В., Левитус С., Смоляр И.В. Внутривековые флуктуации климата Азовского моря (по термохалинным данным за 120 лет) // Доклады Академии наук. 2008. Т. 422. № 1. С. 106–109.

Матишов Г.Г., Чикин А.Л., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В., Чикина Л.Г. Ледовый режим Азовского моря и климат в начале XXI века // Доклады Академии наук. 2014. Т. 457. № 5. С. 603–607.

Соловьев Д.В. Некоторые особенности ледообразования на Каспийском море и синоптические процессы, их обуславливающие // Исследования льдов южных морей СССР. М.: Наука, 1973. С. 52–56.

РАССМОТРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРА НАД СЕВЕРНЫМ КАСПИЕМ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД 1950–2015 гг. КАК ОСНОВНОЙ ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МУЛЬТИОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

И.А. Третьякова^{1,2}, Н.А. Яицкая²

¹ Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия

² Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия
ira.tretyakova@gmail.com

Опасные гидрометеорологические явления, такие как шторм или наводнение, имеют большую разрушительную силу сами по себе, а в случае их одновременного наступления могут приносить катастрофические последствия и огромный материальный ущерб территориям, где они возникают. Сочетание стремительного нагонного повышения уровня воды и экстремального волнения при наличии ледового покрова может стать причиной масштабных экономических потерь в прибрежных областях. Для оценки происходящих опасных природных явлений (ОПЯ), а также для восстановления хода ОПЯ посредством математических моделей необходима подробная метеорологическая информация.

Анализ сгонно-нагонных колебаний уровня в Каспийском море показал, что ежегодно на его побережье отмечаются нагоны более 50 см и сгоны более 40 см. Наибольший размах сгонно-нагонных колебаний характерен для Северного Каспия и составляет 5–7 м. Штормовые нагоны чаще всего наблюдаются в холодный безледный период года. Величина нагона при установлении прочного припая не превышает 1 м. Нагоны у западных и северо-западных побережий вызываются продолжительными и часто повторяющимися ветрами восточных и юго-восточных направлений. Сгоны обусловлены действием ветров западной и северо-западной составляющих. Продолжительность нагонов изменяется от нескольких часов до нескольких суток. В среднем нагоны длятся до 60 ч, при этом максимальная продолжительность достигает 144–192 ч. Экстремальные нагоны (до 1 м) на Северном Каспии возникают при скорости ветра от 10 м/с и продолжительности действия от 10 ч. При таком воздействии ширина зоны затопления достигает 35 и даже 50 км.

Для установления возможных случаев одновременного наступления нескольких ОПЯ, таких как нагоны и экстремальные ветровые волнения, был проведен анализ метеорологических данных, поскольку в обоих случаях ветер является основным детерминирующим фактором.

В настоящей работе представлены результаты анализа ветровой ситуации зимних периодов с 1950 по 2015 г. Поскольку архив регулярных срочных наблюдений ВНИИГМИ-МЦД содержит информацию с 1966 г. [Булыгина и др., 2014], данные за период с 1950 по 1966 г. получены из реанализа NCEP/NCAR [Kalney et al., 1996; Kistler et al., 2001].

Архив ВНИИГМИ-МЦД содержит восьмисрочные наблюдения за основными метеорологическими параметрами, проводимые в стандартные синоптические сроки с интервалом в 3 ч. Для анализа были выбраны атмосферное давление, скорость и направление ветра.

Реанализ NCEP/NCAR – это совместный проект Национальных Центров Предсказания Окружающей Среды (National Centers for Environmental Prediction) и Национального Центра Изучения Атмосферы (National Center for Atmospheric Research). Цель проекта – создание нового атмосферного анализа с использованием исторических данных, а также анализа текущего состояния атмосферы. NCEP/NCAR использует прогностическую модель NCEP T62L28 с пространственным разрешением около 210 км (на экваторе), 28 слоями в атмосфере и 6-часовым разрешением по времени [Kistler et al., 2001]. Для анализа из архива «NCEP/NCAR Reanalysis 1» были выбраны срочные поля следующих метеорологических параметров: давление на уровне моря, ветер на высоте 10 м. Горизонтальное разрешение поля давления составляет $2,5 \times 2,5^\circ$ по широте и долготе. Данные о ветре на высоте 10 м представлены на гауссовой сетке с шагом $\sim 1,9^\circ$ по широте и $1,875^\circ$ по долготе.

Пространственное соединение данных реанализа было проведено с данными метеорологических станций в двух опорных пунктах: центральная и восточная части Северного Каспия – Астрахань; западная часть Северного Каспия – о. Тюлений.

Для метеостанций были выбраны «узлы» с соответствующим широтно-долготным разрешением данных реанализа.

В качестве методики выбора случаев возможного одновременного наступления опасных гидрометеорологических явлений была применена схема, разработанная для работы по Азовскому морю в рамках проекта РФФИ № 16-35-00318 мол_а «Исследование влияния ветрового волнения и нагонных явлений на процессы

образования и разрушения ледового покрова в Азовском море» [Третьякова, Яицкая, 2017]. Применяемую методику можно условно разделить на два шага.

Шаг 1. Выбор случаев согласно метеоусловиям, приводящим к нагонным явлениям.

Согласно эффективным направлениям ветров по метеопункту Астрахань выбор проводился в направлениях от юго-восточного до южного (от 135 до 180°) для центральной части Северного Каспия, от юго-западного до западного (от 225 до 270°) для восточной части, по метеопункту о. Тюлений диапазон направлений – от восточного до юго-восточного (от 90 до 135°). На этапе предварительного отбора рассматривались случаи, когда средняя скорость ветра в срок наблюдения была больше либо равна 10 м/с. Однако для наступления экстремальных событий скорость ветра должна превышать 15 м/с, поэтому часть случаев, не соответствующих этому критерию, отсекалась.

Шаг 2. Выбор случаев согласно продолжительности ветрового воздействия на акваторию Каспийского моря.

По результатам рассмотрения двух архивов с метеоданными с разным шагом сроков было сделано предположение о том, что целевая выборка должна содержать только случаи с продолжительностью от 6 ч и более. Такое предположение основано на том факте, что трех часов для проявления суммарного эффекта ОПЯ недостаточно. Таким образом, в данных с метеопостов выделялись только те сутки, где зафиксировано два и более сроков (с общей продолжительностью от 6 ч), удовлетворяющих условиям, описанным в шаге 1; для реанализа никаких ограничений по количеству сроков введено не было, так как шаг по времени в нем составляет 6 ч.

В результате проведенных работ для метеопункта Астрахань выделено 5 возможных случаев за весь рассматриваемый период, для метеопункта о. Тюлений – 177 случаев в период с 1966 по 2015 г. (по данным наблюдений). Максимальное количество дней для метеопункта Астрахань отмечено зимой 1972/1973 гг. (2 случая с продолжительностью ветрового воздействия 6 ч и более), для метеопункта о. Тюлений в зимы 2005/2006 и 2009/2010 гг. (12 случаев с продолжительностью ветрового воздействия 6 ч и более). При объединении данных за рассматриваемый период выявлено 179 дней, когда для одного либо для двух пунктов складывалась синоптическая ситуация, при которой возможно возникновение мультиопасных природных явлений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и РГО в рамках научного проекта № 17-05-41190 РГО_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Булдыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. «Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России» Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621485. URL: <http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных>

Третьякова И.А., Яицкая Н.А. Выделение зимних экстремальных гидрометеорологических явлений с кумулятивным эффектом в Азовском и Каспийском морях // Моря России: наука, безопасность, ресурсы: тез. докл. научн. конф. г. Севастополь, 3–7 октября 2017 г. Севастополь: ФГБУН МГИ, 2017. С. 53–54.

Kalnay E. et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project // Bulletin of the American meteorological Society. 1996. Vol. 77. No. 3. P. 437–471.

Kistler R. et al. The NCEP/NCAR 50-Year Reanalysis: Monthly Mean CD-ROM and Documentation // Bulletin of the American meteorological Society. 2001. Vol. 82. P. 437–471.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ИЗМЕНЕНИЯ СОЛЕННОСТИ В ТАГАНРОГСКОМ ЗАЛИВЕ ПРИ ШТОРМОВЫХ НАГОНАХ

А.Л. Чикин¹, А.В. Клещенков¹, Л.Г. Чикина²

¹ Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

² Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Для Азовского моря характерна значительная пространственная неоднородность солености. На участке от дельты Дона до Керченского пролива соленость возрастает от 0,5–0,7 до 13–14 ‰. Самый резкий градиент солености – до 10 ‰ – закономерно формируется в эстуарном Таганрогском заливе. Здесь происходит сложное взаимодействие донских речных и трансформированных морских вод. Именно в заливе наиболее резко проявляются внутривековые, сезонные и сгонно-нагонные (погодные) вариации термохалинного режима. Сокращение стока Дона до исторических минимумов наряду с интенсивной циклонической деятельностью и аномальной адвекцией черноморских вод привело к тому, что в 2014–2016 гг. в Таганрогском заливе наблюдалась аномально высокая соленость (до 12 ‰) [Матишов и др., 2017]. На фоне этого в последнее время фронтальная зона смешения морских и речных вод из Таганрогского залива часто перемещается в рукава дельты Дона. В результате возрастает соленость воды на водозаборах в Азове, Таганроге и Ростове-на-Дону, происходит повышение концентрации в воде одорантов, фенолов и хлорфенолов, а вода и рыба приобретают резкий запах «дуста» [Матишов и др., 2016]. В таких условиях представляется важной решение задачи прогнозирования поведения поля солености в восточной части Таганрогского залива и в устьевой области Дона во время нагонов.

С начала XXI в. ЮНЦ РАН и Институт аридных зон ЮНЦ РАН ведут систематические наблюдения за термохалинной структурой вод устьевого взморья и дельты р. Дон в ходе морских экспедиций. Начиная с лета 2014 г. исследования солености и температуры воды проводились комплексным измерителем течений Aanderaa RSM-9LW на стационарной буйковой станции на взморье в пяти километрах от края дельты (первый створный знак Азово-донского магистрального канала (АДМК)) и в устье Дона (х. Донской, с. Кагальник). Параллельно с этим велись наблюдения за метеопараметрами и уровнем воды на гидропосту в х. Донской и уровнемерном посту в г. Таганрог. Начиная с весны 2015 г. была создана система из двух постоянно действующих гидропостов, оборудованных датчиками температуры и электропроводности, метеостанцией и уровнемером. Передача данных осуществлялась в режиме реального времени на сервер ЮНЦ РАН.

Для исследования пространственного распределения температуры и солености морской воды в ходе рейсов НИС «Денеб» в Азовское море и Таганрогский залив проводилась непрерывная запись данных о состоянии среды термосоленографом SBE 21.

Данные, получаемые с помощью указанных измерительных приборов, дают значения лишь в одной точке, где эти приборы установлены, а в случае использования термосоленографа только вдоль линии его следования. Для получения более полной картины распределения солености в Таганрогском заливе были проведены расчеты с помощью математической модели [Матишов и др., 2008]. Данная модель состоит из двух составляющих: гидродинамическая часть описывается уравнениями движения вязкой несжимаемой жидкости, а транспортную часть представляет уравнение конвекции-диффузии в предположении консервативности распространяемого вещества. Задача решается конечно-разностными методами. Основной целью было исследование пространственного распределения соленых вод в Таганрогском заливе и расчет динамики изменения концентрации соли в районе дельты Дона.

Чтобы не ставить граничные условия на открытой границе Таганрогского залива в районе Должанской косы, расчет проводился по всему Азовскому морю, где граничные условия ставятся достаточно легко. В качестве начального распределения концентрации использовался профиль солености, полученный с помощью термосоленографа SBE 21 SEACAT, а в случае отсутствия таких данных – соответствующее поле солености на данное время года [Climatic Atlas, 2006]. Калибровка модели проводилась по данным наблюдений нескольких нагонов в различные сезоны года, при этом корректировка гидродинамической составляющей была возможна только по значениям уровня воды.

В рамках предложенной ранее новой классификации гидрологических обстановок на устьевом взморье [Матишов и др., 2017] можно выделить два укрупненных класса ситуаций. Первый характеризуется практически линейной связью уровня и солености в пределах устьевого взморья и дельты Дона. Замечено, что только

при сильных нагонах изменение солёности связано прямой зависимостью с изменением уровня воды, что объясняется конвективной составляющей в процессе переноса. Второй класс ситуаций формируется при умеренных ветрах западных румбов, когда даже значительное увеличение уровня не влияет на изменение солёности.

Анализ данных хода уровня и солёности на устьевом взморье и в гирле Свиное на расстоянии 5 км от устья позволил выявить некоторую инертность в процессе переноса солёных водных масс, которая иллюстрируется «раздвоением» данных уровня и солёности на диаграмме рассеивания, где одним и тем же значениям уровня воды соответствуют меньшие и большие значения солёности. Меньшие значения соответствуют, как правило, подъёму уровня воды во время нагона, а большие – падению. Это объясняется тем, что при начале нагона более солёные воды еще не успели достигнуть точки наблюдения, а при ослаблении ветра и начавшемся падении уровня эти воды еще могли продолжать поступать, и лишь через некоторое время стали откатываться под действием более пресных речных вод. Данный процесс наблюдается не при всех нагонах. Очень четко он прослеживался во время нагона 26–28 декабря 2015 г. (рис. 1), а также во время нагонов 26–28 июня 2014 г. и 3–4 июля 2015 г. Во время нагонов 2–4 октября 2015 г. и 27–30 марта 2017 г. картина немного сглажена, но гистерезисный характер связи солёности и уровня сохраняется.

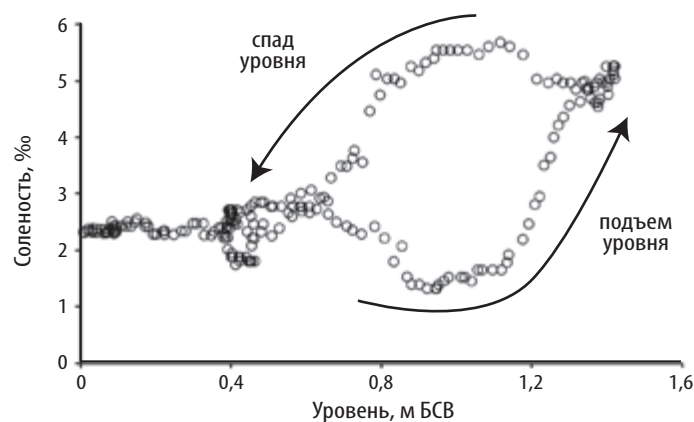


Рис. 1

Диаграмма рассеивания величин уровня и солёности во время нагона 26–28 декабря 2015 г.

Используемая нами модель позволяет учитывать подобные эффекты и корректно прогнозировать распределение солёности по акватории Таганрогского залива и устьевому взморью в период нагонов.

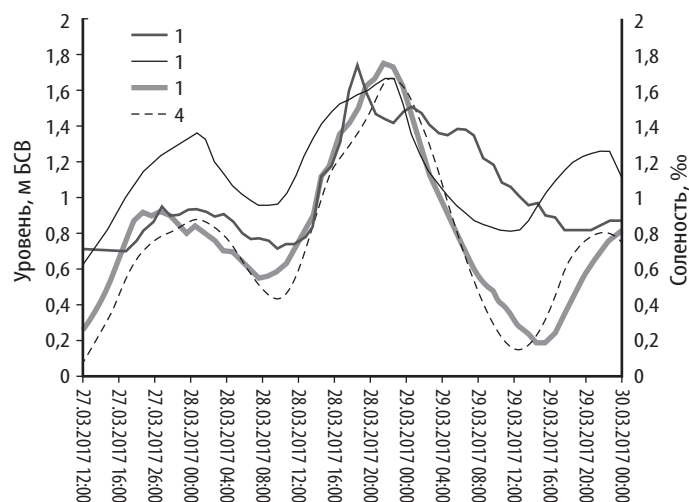


Рис. 2

Результаты моделирования солёности (а) и уровня (б) воды во время нагона с 27 по 30 марта 2017 г.

*Данные измерений солёности воды (1), солёность, рассчитанная по модели (2),
данные измерений уровня (3), уровень, рассчитанный по модели (4)*

Моделирование процесса распределения солёности во время нагона в период с 27 по 30 марта 2017 г. дало хорошие результаты на период активной фазы нагона (27–29 марта) (рис. 2). При этом погрешность расчетов по

солености составляла 28 ‰, а по уровню воды – 15 ‰. Расчеты гидрофизических параметров во время нагонов 26–28 июня 2014 г. и 26–28 декабря 2015 г. также показали хорошее совпадение расчетных и наблюдаемых значений уровня воды и солености.

Развитие гидрологической ситуации во время экстремальных нагонов (24–25 сентября 2014 г.) происходит по схожему сценарию. Так, в период с 16–23 сентября 2014 г., когда наблюдался сгон воды, отмечался обычный уровень минерализации речной воды на акватории порта г. Азов (гирло Песчаное и Старый Дон, 12 км от устья). Во время штормового нагона 24 сентября в пик подъема уровня воды соленость достигла значений 5,6–6,0 ‰. После пика наводнения снижение солености происходило не сразу – процесс распреснения (до 0,5 ‰) растянулся во времени на 6 суток [Матишов, 2015].

С помощью математической модели была восстановлена динамика концентрации соли в восточной части Таганрогского залива во время экстремального нагона воды 24–25 сентября 2014 г., где датчики учета солености не были установлены. Изменение концентрации соли в точке, соответствующей устью гирла Песчаное, представлено на рисунке 3.

Видно, что вначале при действии восточного ветра во время сгона воды из залива концентрация соли убывала до значения пресной воды, а затем при развороте ветра на западное направление стала быстро увеличиваться и достигла значения 5,6 ‰. После этого с ослаблением ветра соленость снова стала уменьшаться. Проведенные расчеты позволили получить предполагаемое поле распределения солености в момент наибольшей ее концентрации. Данная картина представлена на рисунке 3.

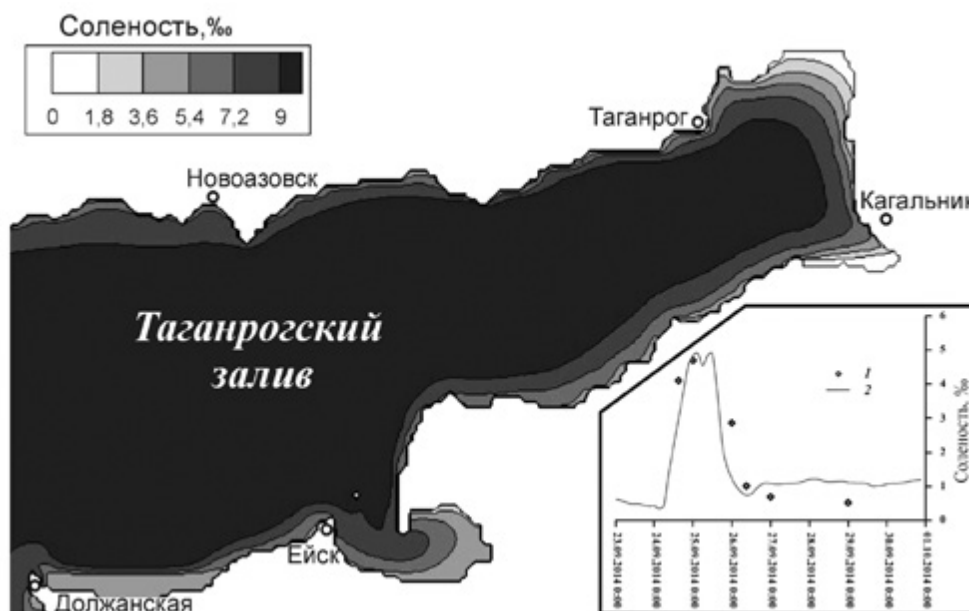


Рис. 3

*Распределение солености в Таганрогском заливе
в момент максимальных зафиксированных значений 24.09.2014 (а),
ход солености в гирле Песчаное с 23 по 29 сентября 2014 г. (б).
Данные измерений солености воды (1), соленость, рассчитанная по модели (2)*

Проведенные расчеты показали, что данная модель позволяет достаточно адекватно описывать процесс перемещения соленых масс воды под действием ветра в Таганрогском заливе, что дает возможность «доопределять» значения солености в интересующих нас точках, где датчики учета солености не были установлены. Кроме того, данный подход позволяет прогнозировать картину возможного распределения концентрации соли при определенных ветровых ситуациях. Однако в устьях рукавов Дона, где также наблюдалось увеличение концентрации соли, удовлетворительные расчетные результаты получить не удалось, так как модель пока не учитывает процесс затопления дельты Дона.

Таким образом, изучение такого опасного явления, как нетипичные затоки соленых черноморских вод в дельту Дона, имеет не только теоретический интерес, но и необходимо для прогнозирования экстремальных наводнений и обеспечения безопасности населения азовского побережья.

Работа выполнена в рамках темы «Современное состояние и многолетняя изменчивость прибрежных экосистем южных морей России» № гос. рег. ЦИТИС: 01201363187.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Матишов Г.Г. Керченский пролив и дельта Дона: безопасность коммуникаций и населения // Вестник Южного научного центра. 2015. Т. 11. № 1. С. 6–15.

Матишов Г.Г., Архипова О.Е., Чикин А.Л. Модельный подход к восстановлению пропущенных данных по солености на примере Азовского моря // ДАН. 2008. Т. 420. № 5. С. 687–690.

Матишов Г.Г., Григоренко К.С., Московец А.Ю. Механизмы осолонения Таганрогского залива в условиях экстремально низкого стока Дона // Наука Юга России (Вестник Южного научного центра). 2017. Т. 13. № 1. С. 35–43.

Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Ясакова О.Н. Аномальное осолонение в Таганрогском эстуарии и дельте Дона // Наука Юга России (Вестник Южного научного центра). 2016. Т. 12. № 1. С. 43–50.

Climatic Atlas of the Sea of Azov 2006. World Data Center for Oceanography, Silver Spring, International Ocean Atlas and Information Series, Volume 10, 106 p.

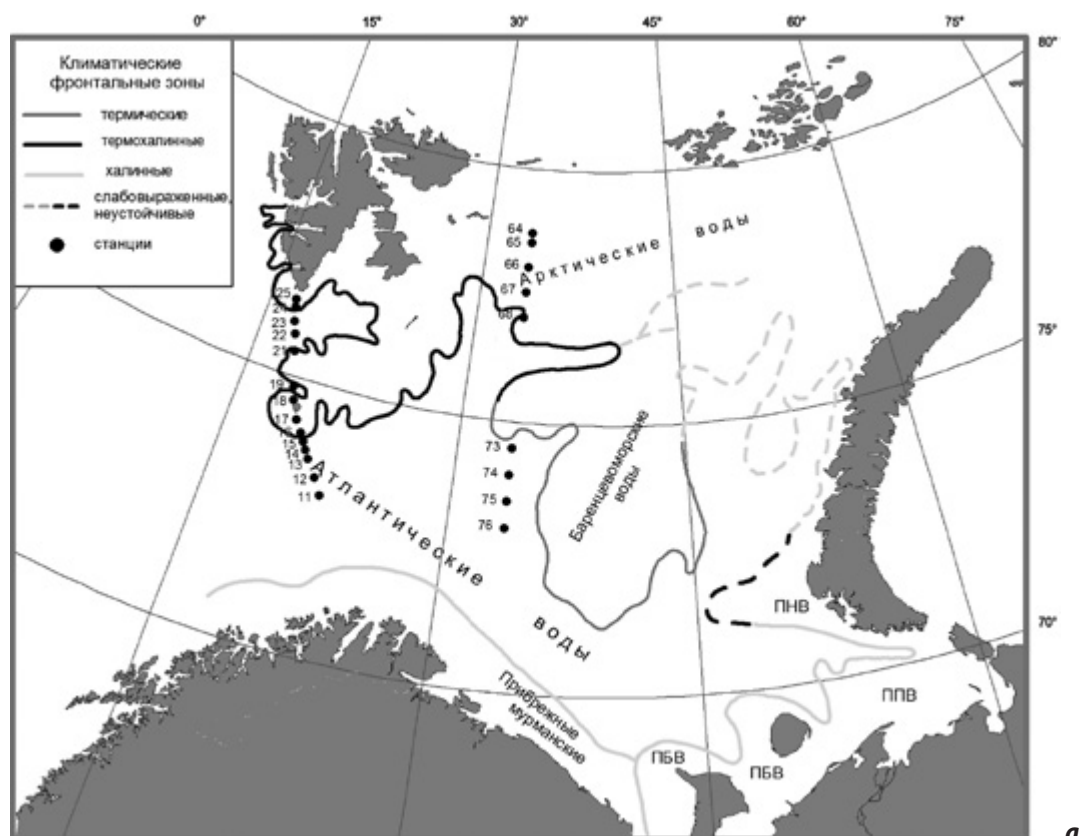
**МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА
ЗОНЫ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ПОЛЯРНОГО ФРОНТА
В АВГУСТЕ 2009 и 2010 гг.**

М.П. Венгер, П.Р. Макаревич, А.П. Жичкин

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
venger@mmbi.info

Особенности гидрологического режима Баренцева моря определяются его положением в высоких широтах и непосредственной связью с Атлантическим океаном и Центральным Арктическим бассейном. Поступление теплых атлантических вод на юго-западе и приток холодных вод из Арктики через северо-западные и северо-восточные границы является основным фактором формирования баренцевоморских пелагических экосистем.

С областью распространения атлантических вод тесно связано положение так называемого полярного гидрофронта, который извилистой линией пересекает акваторию моря с запада на восток между 73 и 76° с.ш. и является естественной структурной границей, разделяющей не только два основных типа вод, но и два типа пелагических сообществ – арктических и субарктических [Makarevich et al., 2012]. В настоящей работе мы приводим данные пространственного распределения количественных показателей микробных сообществ в зоне полярного фронта, занимающего западные и центральные участки моря.



a

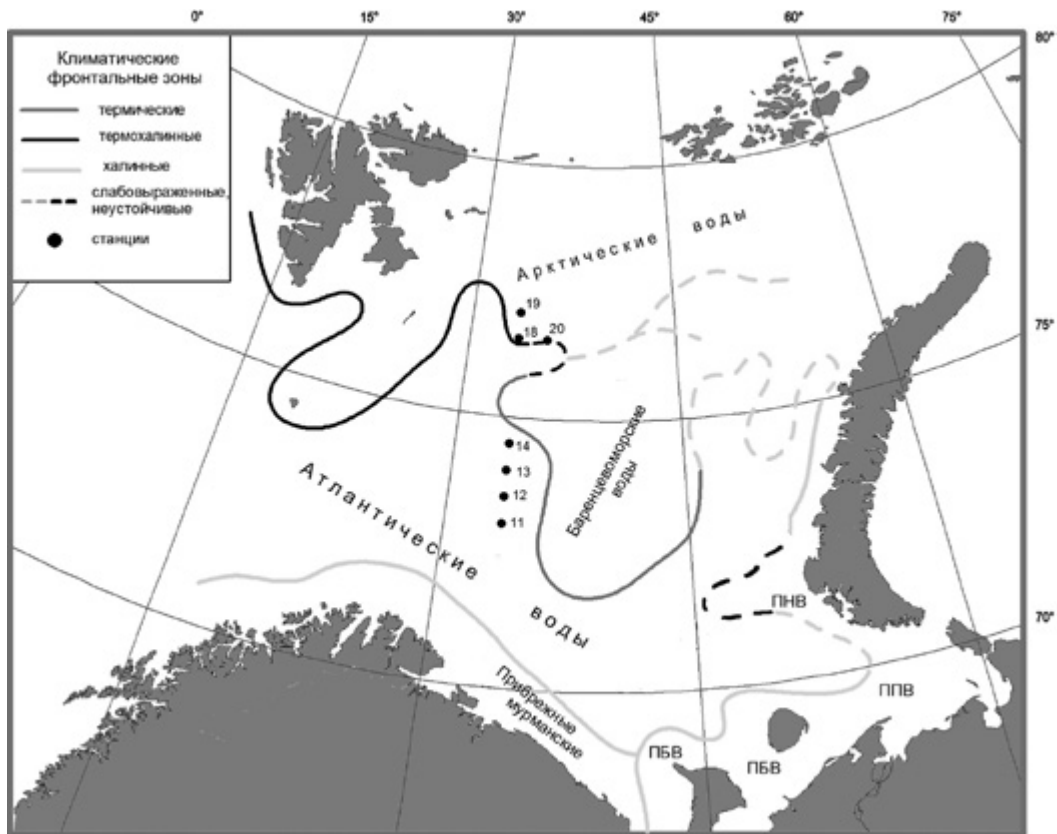


Рис. 1

Карта-схема расположения станций: а – август 2009 г.; б – август 2010 г.

Материал был собран в экспедициях на НИС «Дальние Зеленцы» в августе 2009 и 2010 гг. (рис. 1). Исследования проводили на стандартных разрезах, первый (мыс Нордкап (Скандинавия) – о. Медвежий – мыс Зюйдкап (Шпицберген)) пересекал полярный фронт на западе моря, второй («Кольский меридиан») – в центральной его части.

Для измерения глубин и термогалинных характеристик морской воды использовали STD-зонд SEACAT SBE 19 plus. Пробы воды отбирали в слое активного фотосинтеза (0–60 м) пластиковыми батометрами Нискина, установленными на системе Rozett.

Общую численность бактериопланктона определяли стандартным методом эпифлуоресцентной микроскопии с использованием красителя DAPI [Porter, Feig, 1980] и фильтров ОИЯИ (г. Дубна) с диаметром пор 0,2 мкм. Бактериальную биомассу в углеродных единицах рассчитывали по [Norland, 1993].

Для статистической обработки материала использовали метод ранговой корреляции Спирмена (r_s) и U-критерий Манна – Уитни (при $p \geq 0,05$).

По данным температуры и солёности были выделены границы полярного фронта, которые на западе моря разделяли (с севера на юг) прибрежную арктическую, трансформированную атлантическую, Медвежинскую и атлантическую водные массы (ВМ) (табл. 1). Положение фронта в центральной части моря определяло существование двух областей, сформированных арктическими и атлантическими водами.

Западный разрез. В водах разреза численность микроорганизмов изменялась в пределах от 0,1 до $2,6 \times 10^6$ кл/мл, биомасса – 2,8–30,3 мгС/м³. Уровень развития бактериальных сообществ в атлантических водах был выше, чем в атлантических трансформированных (см. табл. 1).

Таблица 1

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ И ПРЕДЕЛЫ НАБЛЮДАВШИХСЯ ВЕЛИЧИН
ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА РАЗРЕЗАХ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Водная масса	n	T, °C	S, ‰	N, × 10 ⁶ кл/мл	B, мгС/м ³	V, мкм ³
1	2	3	4	5	6	7
Западный разрез Баренцева моря (август 2009 г.)						
Прибрежная арктическая (76–78° с.ш.) ст. 24–25	6	2,1 ± 0,5 0,7–3,6	33,5 ± 0,2 33,1–34,2	0,9 ± 0,1 0,5–1,3	11,1 ± 1,5 7,5–17,1	0,050 ± 0,007 0,031–0,080

1	2	3	4	5	6	7
Трансформированная атлантическая (75–76° с.ш.) ст. 21–23	8	5,1 ± 0,2 4,0–5,5	34,7 ± 0,04 34,5–34,9	0,6 ± 0,1 0,3–0,8	7,9 ± 1,2 3,7–15,5	0,058 ± 0,005 0,038–0,077
Медвежинская (74–75° с.ш.) ст. 16–18	9	2,7 ± 0,2 2,1–4,3	34,3 ± 0,04 34,2–34,6	2,0 ± 0,1 1,7–2,6	22,4 ± 1,6 15,5–30,3	0,038 ± 0,002 0,027–0,045
Атлантическая (73–75° с.ш.) ст. 11–15, 19	12	7,4 ± 0,3 5,3–8,5	35,0 ± 0,02 34,8–35,1	1,1 ± 0,1 0,1–1,8	14,4 ± 5,3 2,8–23,0	0,061 ± 0,007 0,035–0,125
Центральный разрез Баренцева моря (август 2009 г.)						
Арктическая (76–78° с.ш.) ст. 64–68	8	2,8 ± 0,3 1,6–3,5	33,8 ± 0,2 32,7–34,0	0,6 ± 0,1 0,3–1,4	9,3 ± 6,7 3,4–25,8	0,067 ± 0,012 0,031–0,142
Атлантическая (73–75° с.ш.) ст. 73–76	5	6,5 ± 0,1 6,0–6,8	35,0 ± 0,02 34,9–35,0	1,5 ± 0,3 0,6–2,0	15,1 ± 2,1 10,3–20,9	0,042 ± 0,008 0,027–0,072
Центральный разрез Баренцева моря (август 2010 г.)						
Арктическая (76–78° с.ш.) ст. 18–20	6	2,5 ± 0,2 1,8–3,0	34,7 ± 0,1 34,5–34,7	0,6 ± 0,1 0,5–0,8	8,1 ± 0,5 6,6–10,3	0,053 ± 0,009 0,033–0,093
Атлантическая (73–75° с.ш.) ст. 11–14	4	5,6–6,0	35,0–35,2	1,1 ± 0,2 0,7–1,6	15,1 ± 2,4 11,2–21,7	0,056 ± 0,003 0,050–0,062

Примечание: n – количество проб.

Диапазон и средние значения количественных характеристик в атлантических водах и прибрежных арктических были сопоставимы. При этом максимальных величин исследуемые показатели достигали в Медвежинской ВМ.

В целом на фоне отсутствия значимых корреляций между гидрологическими параметрами и бактериопланктоном значения его численности и биомассы в области холодных арктических и теплых атлантических вод достоверно различались.

Средний объем бактериальных клеток на станциях изменялся от 0,027 до 0,125 мкм³. Ввиду однотипности морфологического состава бактериальных сообществ на большинстве участков разреза средний объем клеток характеризовался небольшим разбросом значений. Исключением являлись воды района о-ва Медвежий, где низкие биомассы при наблюдаемой высокой численности связаны с более мелкими клеточными размерами.

Центральный разрез. В 2009 и 2010 гг. на центральном разрезе в зоне полярного фронта исследовали бактериопланктон арктических вод. Для сравнения использовали данные, полученные на участке южнее 75° с.ш., занятом атлантическими водами.

В 2009 г. численность и биомасса бактериопланктона по разрезу варьировала от 0,3 до 2,0 × 10⁶ кл/мл и от 3,4 до 25,8 мгС/м³ соответственно. В арктических водах микроорганизмы имели минимальные показатели обилия, в атлантических – максимальные.

Средний объем бактериальных клеток в водах разреза изменялся от 0,027 до 0,142 мкм³. Значения параметра при продвижении с юга на север увеличивались.

В 2010 г. концентрация бактерий на станциях изменялась от 0,5 до 1,6 × 10⁶ кл/мл, биомасса – от 6,6 до 21,7 мгС/м³. Распределение количественных показателей аналогично таковому в 2009 г. В первый и второй год наблюдений численность и биомасса бактерий в атлантических водах на порядок были выше и достоверно отличались от таковой в арктических водах.

Значения средних объемов клеток на разрезе в 2010 г. варьировали от 0,033 до 0,093 мкм³, тенденции в изменении бактериальных объемов с широтой не наблюдались.

Известно, что развитие бактериальных сообществ в пелагиали арктических морей тесно связано с наличием органического вещества (ОВ), продуцируемого фитопланктоном, и уровнем смертности при выедании

и вирусном лизисе. В нашем случае лимитирование по субстрату не происходило, о чем свидетельствовала численность бактериопланктона, превышающая в периоды наблюдений (в 2–3 раза) среднемноголетние значения [Планктон ... 1997]. В западной части моря этому способствовали высокие продукционные показатели, поддерживаемые в районе гидрологических фронтов в течение всего «светлого» времени года [Жизнь ... 1985]. В центральной части моря на активное функционирование альгоценозов в августе указывали повышенные концентрации хлорофилла на разрезе «Кольский меридиан» [Венгер и др., 2012]. Минимальные значения численности бактериопланктона в наших исследованиях с большой долей вероятности определялись вирус-индуцированным лизисом клеток. Данное предположение основано на исследованиях, выявивших в августе повышенное обилие вирусов как в холодных, так и в более прогретых водах центральной части моря, где вирус-индуцированный лизис бактерий достигал 3,7–20,2 ($8,1 \pm 2,3$) % от их суточной продукции [Венгер и др., 2016].

Помимо перечисленных факторов на чередование зон повышенных и пониженных количественных характеристик бактериальных сообществ в западной части моря опосредованно могло влиять существование мезомасштабных вихрей – ловушек для планктона [Химические ... 1997] и наличие т.н. островного эффекта [Берченко и др., 2014].

Из анализа приведенного материала следует, что в конце летнего периода в пелагиали западной и центральной части Баренцева моря бактериоценозы достигали значительного уровня развития. Их количественные показатели снижались с юга на север при переходе от атлантических к арктическим ВМ в центральной части моря. На его западном участке, где прохождение фронтального раздела формировало своеобразную биотопическую гетерогенность, тенденция была прямо противоположной. Однако внутри области распространения арктических и атлантических вод тренд на уменьшение численности и биомассы бактерий в северном направлении сохранялся.

Анализ данных о термохалинных условиях и структуре планктонных сообществ выполнен за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-14-01268).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Берченко И.В., Дружкова Е.И., Олейник А.А. и др. Особенности организации пелагиали в районе архипелага Земля Франца-Иосифа в летний период // Тр. КНЦ РАН. 2014. Т. 4 (23). Океанология. Вып. 2. С. 112–150.
- Венгер М.П., Копылов А.И., Заботкина Е.А., Макаревич П.Р. Влияние вирусов на бактериопланктон открытой и прибрежной части Баренцева моря // Биология моря. 2016. Т. 42. № 1. С. 19–26.
- Венгер М.П., Широколобова Т.И., Макаревич П.Р., Водопьянова В.В. Вирусы в пелагиали Баренцева моря // Докл. РАН. 2012. Т. 446. № 3. С. 345–349.
- Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1985. 220 с.
- Планктон морей Западной Арктики / отв. ред. Г.Г. Матишов. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. 352 с.
- Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / отв. ред. Г.Г. Матишов и др. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. 404 с.
- Макаревич Р., Дружкова Е., Ларонов В. Primary Producers of the Barents Sea // Diversity of Ecosystems. Prof. Mahamane Ali (Ed.). InTech (Rijeka). P. 367–392.
- Norland S. The relationship between biomass and volume of bacteria // Handbook of methods in aquatic microbial ecology. Boca Raton: Lewis Publishers, 1993. P. 303–308.
- Porter K.G., Feig Y.S. The use DAPI for identifying and counting of aquatic microflora // Limnol. Oceanogr. 1980. Vol. 25. № 5. P. 943–948.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

Г.Ю. Глущенко

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
shvyrkova@ssc-ras.ru

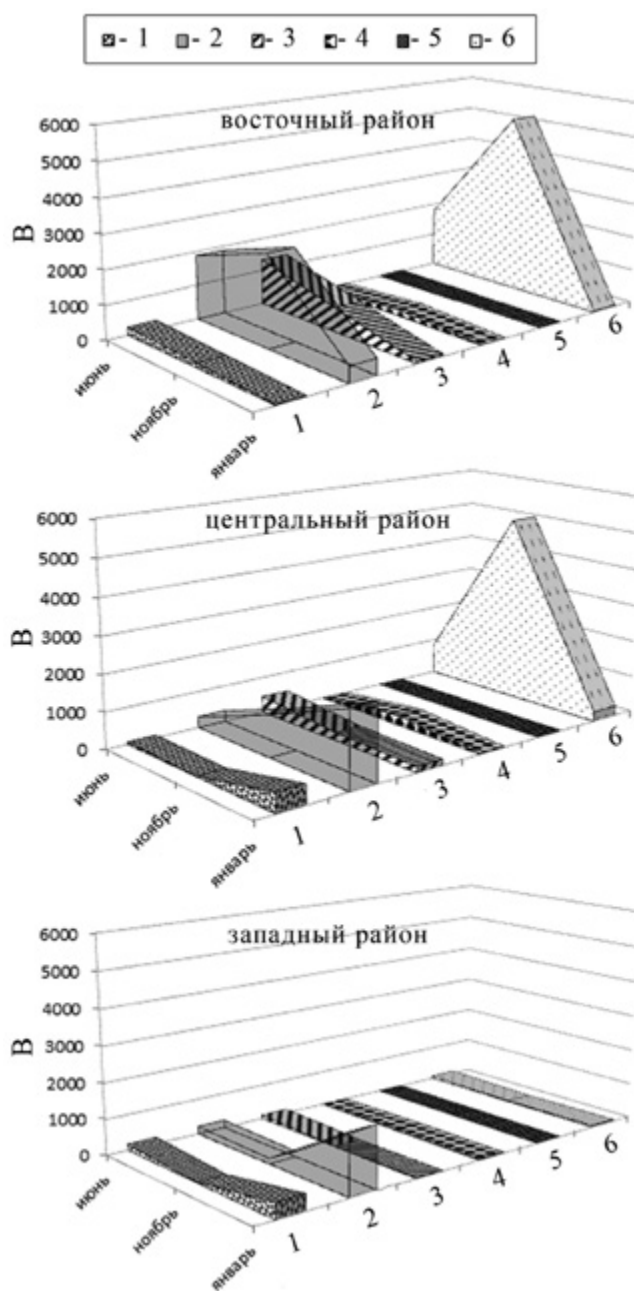


Рис. 1 Средние значения биомассы (B , $\text{мг}/\text{м}^3$) основных отделов фитопланктона (1 – Miozoa; 2 – Bacillariophyta; 3 – Chlorophyta; 4 – Cryptophyta; 5 – Euglenozoa; 6 – Cyanobacteria) в июне, ноябре 2016 г. и в январе 2017 г. в разных районах Таганрогского залива

Происходящие в настоящее время гидролого-гидрохимические процессы преобразования в Азовском море, которые наиболее наглядны в Таганрогском заливе, обусловлены не только деятельностью человека, но и естественной внутривековой цикличностью климата. Так, в последние годы наблюдений специалисты регистрируют средние значения солености водоема 13–15 ‰ и характеризуют «современным периодом осолонения Азовского моря» [Матишов и др., 2017; Косенко, 2016].

Вследствие этих изменений закономерна перестройка структуры сообществ водных организмов, и одним из первых на изменение среды реагирует фитопланктон, специфическая реакция которого характеризуется определенным соотношением числа видов и их количественных показателей, представляя собой своеобразный рычаг механизма адаптации сообщества [Корнева, 2015; Тимофеев, 1971; Федосеев, 2014]. Более чем 100-летняя история изучения фитопланктона Азовского моря в различных направлениях [Ковалева, 2016] позволяет констатировать происходящую сегодня и схожую с предыдущим периодом осолонения водоема (конец 1970-х гг.) тенденцию преобразования состава и пространственной структуры фитопланктона [Буфетова и др., 2000; Матишов и др., 2006; Экосистемные исследования ... 2012]. По наблюдениям исследователей отмечено сокращение ареалов пресноводно-солонатоводного комплекса и расширение ареалов морских видов, смещение зон максимального развития микроводорослей ближе к опресненным районам и значительное снижение количественных показателей фитопланктона в собственно море [Буфетова и др., 2000; Матишов и др., 2006; Сафронова, 2014].

В настоящей работе приводятся предварительные результаты (период наблюдений: июнь, ноябрь 2016 г., январь 2017 г.) исследования фитопланктона в современных условиях Таганрогского залива Азовского моря.

Анализ летнего фитопланктонного сообщества Таганрогского залива показал характерные для исследуемого периода процессы: домини-

рование представителей отдела Cyanobacteria (значения биомассы и численности достигали 3996 мг/м^3 и $36 \cdot 10^9 \text{ кл./м}^3$), субдоминирование диатомовых (Bacillariophyta: до 1806 мг/м^3 и $19 \cdot 10^9 \text{ кл./м}^3$) и зеленых (Chlorophyta: до 1308 мг/м^3 и $31 \cdot 10^9 \text{ кл./м}^3$) водорослей и небольшие количественные показатели фитопланктона, за исключением восточной части Таганрогского залива (рис. 1). В этом опресненном районе залива было отмечено массовое развитие преимущественно мелкоклеточных водорослей указанных отделов, однако наибольшее видовое богатство принадлежало представителям Chlorophyta (27 видов).

Планктонный альгоценоз в ноябре 2016 г. был представлен теми же отделами, но заметно сократилась доля зеленых водорослей: уменьшились средние значения биомассы до 474 мг/м^3 и численности до $12 \cdot 10^9 \text{ кл./м}^3$, а также снизилось разнообразие отдела до 7 видов (рис. 1). По результатам исследования можно констатировать, что развитие альгоценоза соответствовало началу «переходного осенне-зимнего периода». В первую очередь это выражалось в постепенном спаде обилия фитопланктонного сообщества и увеличении доли мелкоклеточных видов водорослей на исследуемой акватории. Несмотря на то, что представители Cyanobacteria, находясь, по всей вероятности, в завершающейся стадии цветения, сохраняли в опресненных районах залива высокие количественные показатели (средние значения достигали 5164 мг/м^3 и $13 \cdot 10^9 \text{ кл./м}^3$), в составе альгоценоза начинали появляться не крупные диатомовые водоросли, которые образовывали сравнительно высокие значения биомассы и численности (1303 мг/м^3 и $7 \cdot 10^9 \text{ кл./м}^3$).

К январю 2017 г. на исследуемой акватории, покрытой льдом, диатомовые водоросли стали абсолютными доминантами: отдел Bacillariophyta был представлен 14 видами; максимальные количественные показатели (значения биомассы – 2099 мг/м^3 , численности – $5 \cdot 10^9 \text{ кл./м}^3$) фиксировали в центральной и западной частях Таганрогского залива (рис. 1). В указанных районах было отмечено начало перехода к третьей стадии зимней сукцессии: в альгоценозе появились представители динофитовых (Miozoa) и криптофитовых водорослей (Cryptophyta). В составе фитопланктона восточной части залива преобладали диатомовые водоросли мелко- и крупноклеточных форм, свидетельствующие о завершении первой стадии зимней сукцессии и переходе ко второй.

Предварительные результаты данного исследования не выявили нарушений в сукцессионном цикле фитопланктона. В ходе наблюдений были отмечены окончание летней сукцессии, переход к осенне-зимнему периоду развития фитопланктона и полное развитие зимней сукцессии, которые сопровождалась сменой характерных для каждого сезона представителей альгопланктона. В пространственном распределении водорослей по акватории Таганрогского залива по сравнению с предыдущими периодами исследований [Глущенко, Лужняк, 2013] отмечено смещение зоны максимального развития фитопланктона от западно-центрального района Таганрогского залива ближе к восточному и к устью реки Дон. В западном и центральном районах залива также наблюдали развитие морских видов и их наибольшее проникновение в восточную часть акватории в позднеосенний и зимний периоды.

За исследованный временной промежуток получены данные о тенденции развития фитопланктона в условиях изменения солёности вод Таганрогского залива, которые не противоречат общим закономерностям, но, являясь предварительными, требуют дальнейшего изучения.

Работа выполнена в рамках темы НИР «Современное состояние и многолетняя изменчивость прибрежных экосистем южных морей России», № гос. рег. ЦИТИС 01201363187.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Буфетова М.В., Гаргопа Ю.М., Громов В.В. и др. Закономерности океанографических и биологических процессов в Азовском море / отв. ред. акад. Г.Г. Матишов. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2000. 434 с.
- Глущенко Г.Ю., Лужняк О.Л. Роль водорослей разных размерных фракций в общей биомассе фитопланктона Таганрогского залива // Вестник ЮНЦ. Т. 9. № 1. 2013. С. 42–52.
- Ковалева Г.В. История изучения микроводорослей Азовского моря. Обзор 2016 // Наука Юга России. 2016. Т. 12. № 3. С. 51–66.
- Корнева Л.Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги. Кострома: Костромской печатный дом, 2015. 284 с.
- Косенко Ю.В. Особенности пространственно-временной изменчивости характеристик гидрохимического режима Азовского моря в период осолонения // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: сб. мат-лов Всерос. науч.-практ. конф. в 3 т. (г. Севастополь, 19–24 сент. 2016 г.). Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 2. С. 319–322.
- Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.Л. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. М.: Наука, 2006. 304 с.
- Матишов Г.Г., Григоренко К.С., Московец А.Ю. Механизмы осолонения Таганрогского залива в условиях экстремально низкого стока Дона // Наука Юга России. 2017. Т. 13. № 1. С. 35–43.

Сафронова Л.М. Основные тенденции развития фитопланктона Азовского моря в условиях современного осолонения // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Чёрноморского бассейна. Ростов н/Д: АзНИИРХ, 2014. С. 216–228.

Тимофеев Н.А. Влияние абиотических условий на многолетние изменения фитопланктона Северного Каспия // Тр. ВНИРО. 1971. Т. 86. С. 56–89.

Федосеев О.Н. Динамика сезонных изменений альгоценозов средних и малых рек в условиях сброса сточных вод // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2014. № 6. С. 33–35.

Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна / отв. ред. чл.-корр. РАН Д.Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. 272 с.

ЗООПЛАНКТОН АТЛАНТИЧЕСКОЙ ВОДНОЙ МАССЫ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

В.Г. Дворецкий, А.Г. Дворецкий

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
vdvoretzkiy@mmbi.info

В работе на основе опубликованных источников и наших наблюдений [Тимофеев, 2000; Дворецкий, Дворецкий, 2010а,б, 2013, 2015; Dvoretzky, Dvoretzky, 2010, 2012а,б, 2013а,б; Дворецкий, 2017] проведен анализ таксономического состава, структуры сообществ, распределения, численности и биомассы зоопланктона атлантической водной массы Баренцева моря в летний период.

Атлантические воды представляют собой одну из трех наиболее распространенных типов водных масс Баренцева моря. Они поступают в море с запада в виде поверхностных течений и приходящих на глубинах с севера и северо-востока из Арктического бассейна. Это теплые и соленые воды (летом их температура более 3 °С, соленость превышает 34,95 psu). Атлантические воды подвергаются трансформации за счет обмена теплом и массой с атмосферой. Такие процессы происходят с атлантическими водами, которые, проходя большое расстояние по акватории Северной Атлантики, охлаждаются и несколько опресняются [Ожигин, Ившин, 1999].

Зоопланктон атлантической водной массы исследован в наибольшей степени по сравнению с другими биотопами Баренцева моря. В пределах атлантических вод весенний максимум обилия зоопланктона регистрируется позднее и его величина выше, чем в прибрежье южной части моря [Тимофеев, 2000].

Для биотопа характерны выраженные пики биомассы, это связано с тем, что развитие зоопланктона здесь протекает без заметного участия аллохтонных элементов. Согласно нашим данным, доля меропланктона временных форм в зоопланктоне данной водной массы действительно невелика (в среднем 3,5 %) [Дворецкий, 2007; Dvoretzky, Dvoretzky, 2013б]. Наличие нескольких максимумов обилия можно связать с *Calanus finmarchicus*, лидирующим в составе сообщества по биомассе. Жизненный цикл этого вида в пределах атлантической водной массы сильно зависит от степени развития фитопланктона [Тимофеев, 2000]. *Calanus finmarchicus*, которого можно отнести к К-стратегам, интенсивно растет и размножается весной – летом, формируя, как правило, одно поколение рачков. В прибрежье, наоборот, доминируют в основном мелкие виды, которые нерестятся и питаются на протяжении всего года (r-стратеги), за счет этого динамика обилия в мурманских водах более сглаженная. Вместе с тем по численности в пределах атлантических вод ведущее положение занимают два вида ойтонид (*Oithona similis* и *Oithona atlantica*), которые вместе составляли чуть меньше половины суммарного обилия зоопланктона [Дворецкий, 2007; Дворецкий, Дворецкий, 2011, 2015; Dvoretzky, Dvoretzky, 2013б]. Третьей группой, достигающей значительного развития в летний период, были науплии копепод, которые составляли около 8 % общей численности. Интересной находкой, на наш взгляд, является отрицательная связь между средней температурой и количеством массовых таксонов атлантической водной массы [Дворецкий, Дворецкий, 2015]. Ранее уже отмечалось, что отличительной чертой этих вод является высокая температура, поэтому логично было ожидать увеличения численности пелагических животных с повышением температуры. В действительности была зарегистрирована противоположная картина. Скорее всего, это связано с периодом

наших исследований, который главным образом включал теплые и даже аномально теплые годы. В таких условиях, видимо, слишком высокая температура воды ведет к повышению смертности массовых видов [Дворецкий, Дворецкий, 2011, 2015] и, как следствие, понижению их численности. Также подчеркнем, что основным кормовым ресурсом для зоопланктона атлантических вод являются микроводоросли, а взвешенное органическое вещество и детрит не играют существенной роли в питании пелагических гидробионтов [Тимофеев, 2000].

На акватории вод атлантического происхождения численность зоопланктона в летний период варьирует в широких пределах (500–3000 экз./м³), в среднем составляя 800–1200 экз./м³ [Дворецкий, Дворецкий, 2015]. Основу биомассы практически целиком составляет *C. finmarchicus* (иногда выше 90 %). Во фронтальных зонах довольно высокого количественного развития могут достигать и некоторые представители арктического зоопланктона, например *Calanus glacialis* [Дворецкий, 2007; Dvoretzky, Dvoretzky, 2013a,b]. Основным фактором, детерминирующим динамику и состав зоопланктона в центральной части моря, принято считать приток атлантических вод, поскольку за счет адвекции в Баренцево море поступает значительная часть популяции *C. finmarchicus* [Sakshaug et al., 2009].

В сезонном аспекте атлантические воды также значительно обедняются за счет миграции зоопланктона в придонные горизонты начиная с конца весны – середины лета, хотя степень обеднения выражена не столь сильно, как в экосистеме арктических вод [Тимофеев, 2000]. Весной и в начале лета атлантическая водная масса активно используется молодью рыб boreального происхождения и немногочисленными по числу видов, но обильными количественно планктонными хищниками (медузы, гребневики, щетинкочелюстные, гиперииды), которые могут существенно снижать биомассу копеподной части зоопланктонного сообщества.

Скорее всего, функционирование сообществ зоопланктона в атлантической водной массе определяется одним главным фактором – температурой воды, а точнее – теплосодержанием водных масс. В пределах атлантических вод сообщество функционирует при положительной температуре. Годовой цикл отличается значительной сезонностью продуцирования планктона. При этом важную роль играет световой режим и концентрация биогенных элементов, которые определяют величину первичной продукции [Макаревич, Дружкова, 2010]. Основной механизм возобновления биогенов – зимняя конвекция из придонных слоев и биогенная регенерация населением пелагиали [Тимофеев, 2000]. Межгодовые вариации средней биомассы зоопланктона атлантических вод выражены довольно отчетливо (табл. 1), что можно связать как с разницей расположения исследуемых районов (например, разрез мыс Нордкап – о-в Медвежий расположен в юго-западной части моря, а разрез «Кольский меридиан» – восточнее), так и климатическими условиями разных лет.

Таблица 1

**ЛЕТНЯЯ БИОМАССА ЗООПЛАНКТОНА (мг сырой массы/м³)
АТЛАНТИЧЕСКОЙ ВОДНОЙ МАССЫ**

Район	Период	Биомасса	Источник
Разрез м. Нордкап – о-в Медвежий	июнь – июль 1959–1983	81–491	[Дегтерева, Нестерова, 1985]
Кольский разрез	июль 1959–1983	36–556	[Дегтерева, Нестерова, 1985]
Разрез м. Нордкап – о-в Медвежий	июнь – июль 1984–1990	229–908	[Нестерова, 1990]
Кольский разрез	июнь – июль 1984–1990	35–603	[Нестерова, 1990]
Кольский разрез	июнь 1982	200–1000	[Тимофеев, 1989]
Ц. часть	август 1984	224	[Орлова и др., 2004]
Ц. часть	август 1987	461	[Орлова и др., 2004]
Ц. часть	август 1989	376	–”–
Разрез м. Нордкап – о-в Медвежий	май – август 1994–2006	2,6–20,5*	[Stiansen, Filin, 2007]
Ц. часть	август 2003	85	[Дружинина, Марасаева, 2004]
Ц. часть	июль 2004	26/2,6*	наши данные
Ц. часть	июль 2005	587/9,4*	то же
Ц. часть	август 2006	115/1,8*	–”–
Ц. часть	август 2007	93/1,5*	–”–
Ц. часть	август 2009	721/11,5	–”–

Примечание: * – г сухой массы/м³.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-14-01268 «Биология арктического планктона в зоне полярного фронта»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дворецкий В.Г. Распределение зоопланктона в Баренцевом море в апреле – мае 2016 г. // Труды КНЦ РАН. 2017. Вып. 4. № 2. С. 58–66.
- Дворецкий В.Г. Характеристика зоопланктона прибрежной зоны Восточного Мурмана Баренцева моря // Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна (проект подпрограммы «Исследования природы Мирового океана» ФЦП «Мировой океан»). Апатиты: КНЦ РАН, 2007. С. 441–452.
- Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Биология и роль *Oithona similis* в зоопланктоне морей Арктики. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. 349 с.
- Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Зимний зоопланктон юго-западной части Баренцева моря (март 2007 г.) // Рыбное хозяйство. 2013. № 2. С. 74–78.
- Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Распределение биомассы зоопланктона в Баренцевом море в 2007 г. // Известия ТИНРО. 2010б. Т. 161. С. 162–171.
- Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Распределение зоопланктона Баренцева моря в августе 2006 г. // Океанология. 2010а. Т. 50. № 6. С. 964–972.
- Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г. Экология зоопланктонных сообществ Баренцева моря и сопредельных вод. СПб.: Реноме, 2015. 736 с.
- Дегтерева А.А., Нестерова В.Н. Распределение зоопланктона в открытых частях Баренцева моря // Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты: Изд-во Кольск. фил. АН СССР, 1985. С. 149–160.
- Дружинина О.В., Марасаева Е.Ф. Зоопланктон Баренцева моря (весна – лето 2003 г.) // Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. С. 204–215.
- Макаревич П.Р., Дружкова Е.И. Сезонные циклические процессы в прибрежных планктонных альгоценозах северных морей. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. 280 с.
- Нестерова В.Н. Биомасса планктона на путях дрейфа личинок трески (справочный материал). Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1990. 64 с.
- Ожигин В.К., Ившин В.А. Водные массы Баренцева моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1999. 48 с.
- Орлова Э.Л., Бойцов В.Д., Ушаков Н.Г. Условия летнего нагула и роста мойвы Баренцева моря. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2004. 198 с.
- Тимофеев С.Ф. Зоопланктон фронтальных зон Баренцева моря // Жизнь и среда полярных морей. Л.: Наука, 1989. С. 84–89.
- Тимофеев С.Ф. Экология морского зоопланктона. Мурманск: Изд-во МГПИ, 2000. 216 с.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G. Checklist of fauna found in zooplankton samples from the Barents Sea // Polar Biology. 2010. Vol. 33. P. 991–1005.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G. Crustaceans of the Barents Sea: recent studies of Murmansk Marine Biological Institute // Berichte zur Polarforschung. 2012a. Vol. 640. P. 162–176.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G. Epiplankton in the Barents sea: Summer variations of mesozooplankton biomass, community structure and diversity // Continental Shelf Research. 2013a. Vol. 52. P. 1–11.
- Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G. Structure of mesozooplankton community in the Barents Sea and adjacent waters in August 2009 // Journal of Natural History. 2013b. Vol. 47. P. 31–32. P. 2095–2114.
- Sakshaug E., Johnsen G., Kovacs K. (eds.) Ecosystem Barents Sea. Trondheim: Tapir Academic Press, 2009. 587 p.
- Stiansen J.E., Filin A.A. (eds.) Joint PINRO/IMR report on the state of the Barents Sea ecosystem 2006, with expected situation and considerations for management. IMR/PINRO Joint Report Series No. 2/2007, 2007. 209 p.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СООБЩЕСТВ ПОЛИХЕТ В РАЙОНЕ ЗАПАДНОГО ШПИЦБЕРГЕНА (декабрь 2015 г.)

Д.Р. Дикаева

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
dikaeva@mmbi.info

Заливы и фьорды архипелага Западный Шпицберген являются уникальными акваториями со сложным характером происходящих в них гидрологических процессов в результате взаимодействия атлантических и арктических водных масс. Теплые атлантические водные массы, поступающие со стороны океана, и холодные пресные воды, несущие большое количество взвеси и моренного материала в результате таяния ледников [Митяев, 2003; Тарасов, 2009], оказывают значительное влияние на распределение, видовой состав и структуру донных сообществ в данном районе. Поскольку ледники характеризуются высокой динамичностью, заливы архипелага определяют интерес к изучению закономерностей развития донной фауны в условиях

нарушения устойчивости среды. Данная работа продолжает исследования по изучению сообществ многощетинковых червей, формирование которых происходит под влиянием ледников арктических архипелагов [Фролова, Дикаева, 2009; Фролова, Дикаева, 2012; Дикаева, Фролова, 2014], с целью выявления изменений, происходящих в структуре сообществ в зависимости от условий среды.

Проводимые исследования охватывали залив Ис-фьорд с отходящими от него заливами Грен-фьорд, Адвент-фьорд и Билле-фьорд и район вдоль Западного побережья Шпицбергена.

Ис-фьорд – один из самых крупных заливов архипелага Западный Шпицберген, имеет широкое устье и значительно вдается вглубь суши. Глубина в осевой части залива превышает 300 м, донные отложения представлены алевроито-глинистыми осадками, с примесью камней и гальки. Недалеко от входа в залив в южном направлении расположен залив Грен-фьорд. В кутовой части залива Ис-фьорд открывается Билле-фьорд, который наиболее сильно удален от моря. Мелководные районы вдоль Западного побережья Шпицбергена характеризуются преобладанием песчаных, каменисто-галечных донных отложений.

Материалом послужили 54 количественные пробы с 19 станций, собранные с борта НИС «Дальние Зеленцы» в ходе комплексной экспедиции ММБИ в декабре 2015 г. (рис. 1).

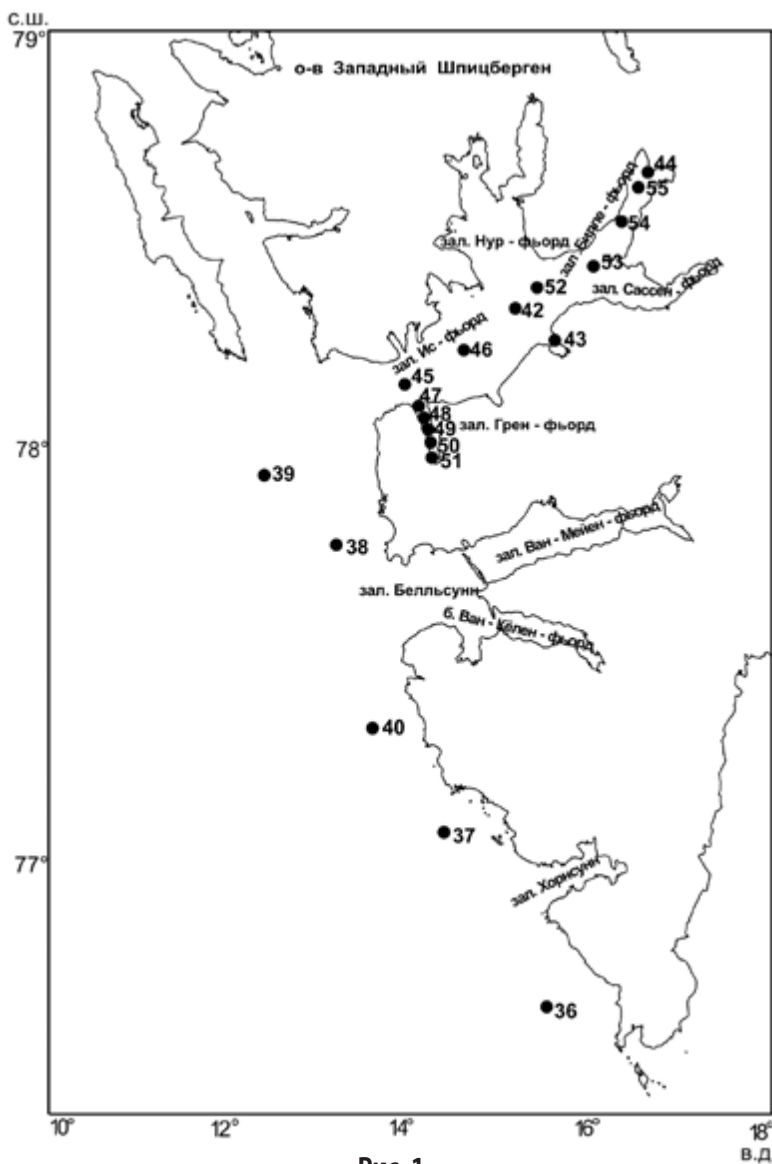


Рис. 1

*Карта-схема расположения бентосных станций
во фьордах Западного Шпицбергена в декабре 2015 г.*

Отбор проб с глубины от 45 до 315 м производили дночерпателем Ван Вина (площадь захвата 0,1 м²) в 3-кратной повторности. Обработка материалов осуществлялась по стандартной гидробиологической методике.

В районе исследования идентифицировано 117 таксонов многощетинковых червей, из которых 94 определены до вида. Видовое богатство многощетинковых червей варьирует от 3 до 50 видов, максимальное количество видов отмечено вблизи входа в залив Ис-фьорд (ст. 39) на песчано-глинистых грунтах с камнями, гравием и галькой при преимущественно положительной температуре воды (+4,47 °С). Минимальное количество отмечено вдоль западного побережья Шпицбергена (ст. 37) на песчаных грунтах с преобладанием камней и ракуши, при отрицательной температуре воды (-0,15 °С).

Основу фауны полихет в районе исследования составляют бореально-арктические виды (77 %). Количество бореальных видов (16 %) превышает количество арктических (7 %). Максимальное число бореальных видов отмечено во внешней части залива Ис-фьорд и Грен-фьорд, а также в центральной части залива Ис-фьорд.

Биомасса в заливах Западного Шпицбергена варьирует от 0,27 г/м² до 223 г/м², в среднем составляя 67 ± 14 г/м², сравнительно высокие значения биомассы отмечены во внешних участках залива Грен-фьорд и центральной части Ис-фьорда на глубинах 147–223 м на илисто-глинистых грунтах с вкраплением песка и камней при высокой температуре воды (5,06 °С). Низкие значения биомассы (0,27–1,9 г/м²) отмечены вдоль западного побережья Шпицбергена на небольшой глубине (46 м), на песчаных грунтах с преобладанием камней, гальки и ракуши.

Плотность поселения полихет варьирует от 167 до 10 780 экз./м², в среднем составляя 4914 ± 811 экз./м². Высокие значения отмечены в кутовой части заливов Грен-фьорд и Адвент-фьорд на небольших глубинах – от 73 до 87 м – на илисто-песчаных, глинистых грунтах с редким вкраплением камней, где доминируют мелкие полихеты *Scoloplos acutus*. Низкие значения отмечены вдоль западного побережья Шпицбергена на глубине 45 м на песчаных грунтах с камнями и ракушей.

Сравнение станций по видовому составу методом кластерного анализа на основе интенсивности метаболизма позволило выделить в исследованных районах Западного Шпицбергена ряд фаунистических комплексов. Комплекс с доминированием детритофага *Maldane sarsi*, так же как в предыдущих исследованиях, приурочен к внешним и центральным районам залива Ис-фьорд, с преобладанием илисто-глинистых грунтов с небольшим количеством гальки и гравия. В районе с активной гидродинамикой вдоль западного побережья Шпицбергена на небольшой глубине, с преобладанием твердых грунтов отмечен комплекс с доминированием сестонофага *Paradexiospira cancellata*, отличающегося минимальными значениями биомассы и плотностью поселения. В кутовой части залива Билле-фьорд, в области расположения холодных зимних вод с отрицательной температурой, на илисто-песчаных грунтах с вязкой серой глиной отмечен комплекс с доминированием *Lumbrineridae* g.sp., *Cirratulidae* g.sp. и *Aglaophamus malmgreni*, характеризующийся невысокими значениями биомассы, но высокой плотностью поселения.

Анализ результатов показал, что в исследованных фьордах Шпицбергена распределение многощетинковых червей зависит от условий среды (типа донных осадков, глубины, придонной гидродинамики). Высокие значения биомассы, как и в предыдущих исследованиях [Фролова, Дикаева, 2009; Дикаева, Фролова, 2014], отмечены в глубоководных внешних и центральных районах исследования, на мягких илисто-глинистых грунтах с небольшим количеством камней и песка, при высоких температурах воды, где созданы благоприятные условия для развития крупных полихет, живущих в трубках. Преобладание песчаного, каменисто-галечного грунта вдоль Западного Шпицбергена свидетельствует о гидродинамике придонных вод и сильном размыве донных осадков, что создает условия для доминирования сестонофагов, отличающихся низкими значениями биомассы и плотностью поселения. При продвижении в кутовые участки заливов, с изменением характера грунта и глубины, отмечено снижение биомассы при увеличении плотности поселения за счет мелких видов с часто сменяющимися поколениями, что подтверждает полученные ранее результаты [Фролова, Дикаева, 2009; Любина, Зимина и др., 2011; Дикаева, Фролова, 2014]. Биогеографический состав полихет отражает особенности гидрологического режима в исследованных фьордах. Увеличение количества бореальных видов во внешней и центральной части залива Ис-фьорд и Грен-фьорд подтверждает полученные ранее выводы о значительном проникновении в данный район теплых атлантических водных масс [Любина, Зимина и др., 2011; Моисеев, Ионов, 2006; Матишов, Дженюк и др., 2013].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дикаева Д.Р., Фролова Е.А. Распределение сообществ полихет во фьордах Западного Шпицбергена // Вестник МГТУ. 2014. Т. 17. № 1. С. 119–127.

Любина О.С., Зимина О.Л. и др. Особенности распределения бентосных сообществ во фьордах Западного Шпицбергена // Проблемы Арктики и Антарктики. 2011. № 1 (87). С. 28–40.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. и др. Учет вековой динамики климата Баренцева моря при планировании морской деятельности // Тр. КНЦ РАН. 2013. № 1 (14). С. 56–71.

Митяев М.В., Герасимова М.В. Фациальная изменчивость современных донных отложений в заливе Хорнсунн (Западный Шпицберген) // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. Вып. 3. С. 99–108.

Моисеев Д.В., Ионов В.В. Некоторые результаты океанографических исследований в заливах и фьордах о. Западный Шпицберген летом 2001 и 2002 гг. // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. Вып. 6. С. 261–270.

Тарасов Г.А. Современное водно-ледниковое осадкообразование в заливе Грен-фьорд (Шпицберген) // Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген. М., ГЕОС. 2009. Вып. 9. С. 394–400.

Фролова Е.А., Дикаева Д.Р. Биогеографический состав многощетинковых червей фьордов и заливов Западного Шпицбергена // Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген. М.: ГЕОС, 2012. Вып. 11. С. 238–248.

Фролова Е.А., Дикаева Д.Р. Сообщества полихет сублиторали системы Ис-фьорда // Комплексные исследования природы архипелага Шпицберген. М.: ГЕОС, 2009. Вып. 9. С. 407–411.

ФЛЮИДОГЕННЫЙ МОРФОЛИТОГЕНЕЗ НА МОРСКОМ ДНЕ (НА ПРИМЕРЕ МОРЕЙ, ОМЫВАЮЩИХ БЕРЕГА РОССИИ)

С.Г. Миронюк¹, В.И. Мысливец², А.А. Иванова³

¹Центр морских исследований МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

³Центр анализа сейсмических данных МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва
myslivets@yandex.ru; mironyuksg@gmail.com

Введение. Постановка проблемы. Развитие высокоточной площадной батиметрической съемки и других средств, наблюдения с помощью ТНПА и обитаемых подводных аппаратов привели к массовому выявлению прямых и косвенных следов разгрузки флюидов на морском дне. Природа флюидов различна: это жидкие и газообразные углеводороды, воды и рассолы, гидротермальные растворы, пласты битума, глины, солей и т. д. Многие из этих новообразований флюидного типа литогенеза создают на морском дне специфические формы мезо- и микрорельефа: постройки «горячих» гидротермальных проявлений (т. н. «черные курильщики»), газовые воронки (покмарки) и диапироподобные купола (дома), газогидратные бугры, карбонатные постройки различной морфологии, пингоподобные структуры и др. С восходящими под высоким давлением потоками флюидов стали связывать, помимо грязевых вулканов, и другие деформации и явления: воронки и грабены проседания, сбросы и надвиги покровного типа, глиняные диапиры и др.

Область субмаринных флюидовывделений охватывает не только верхнюю часть литосферы, но и гидросферу и нижнюю часть атмосферы. В придонной части геологического разреза прослеживаются газовые, газоконденсатные ловушки, газогидратные толщи, газовые карманы, дома, купола газового вспучивания (часто с повышенным пластовым давлением), а на поверхности дна – грязевые вулканы, глиняные и солевые диапиры, покмарки, сквозные талики в мерзлых породах. Места концентрированной разгрузки часто маркируются ореолами карбонатных образований и сопровождаются специфическими биоценозами, представленными прежде всего метанредуцирующими бактериями и погонофорами.

В водной толще морей наблюдаются струйно-пузырьковые гидроакустические аномалии (газовые факелы). В случае выхода метано-углеродной струи на поверхность моря возникают волны, газовойодной фонтан («султан»), скопления пузырей газа, нефтяные пятна [Бондур и др., 2014]. В придонной атмосфере при определенных условиях может возникнуть зона высокой загазованности (газовоздушное облако) и факельное возгорание газовоздушной смеси (воспламенение газа, в ряде случаев после землетрясения, наблюдалось в Чёрном, Балтийском и Печорском морях, на озере Байкал). Глубинная дегазация часто через зоны разломов влияет на

ледовый покров (например, в Охотском море) и на состояние атмосферы в данном районе (уединенные облака, устойчивые гряды облаков при антициклоне и т. д.).

Использованные материалы. В настоящей работе рассматривается преимущественно лишь один из аспектов рассматриваемой проблемы – «холодные» амагматические флюидоразгрузки и их роль в формировании субаквальных мезо- и микроформ рельефа. Материал для регионального обзора распространения указанных форм рельефа был получен авторами в ходе многолетних исследований в морях разного типа. Для характеристики флюидогенного морфолитогенеза привлекались также литературные данные.

Результаты исследований и их обсуждение. Южные моря (Чёрное, Азовское и Каспийское). Наиболее распространенное проявление восходящих «инъекций» флюидов на морское дно этих морей, впадины которых выполнены мощной толщей глинистых отложений, – грязевой вулканизм, диапиризм, разрывные нарушения, покмарки и дома и др. [Миرونюк, 2010]. Здесь представлены практически все формы грязевого вулканизма – грязевулканические вулканы, сопки, грифоны, сальзы.

Разнообразные флюидогенные деформации фиксируются в сводах антиклиналей и над диапирами. Так, в центральной части Чёрного моря над растущим диапиром обнаружены флюидогенные разрывные нарушения, некоторые из которых отчетливо выражены в современном рельефе дна вертикальными уступами. Обширный материал о флюидогенных микроформах рельефа был получен в ходе изысканий для строительства газотранспортных сооружений в Чёрном море. Большинство этих объектов в восточной части моря было обнаружено в пределах подножия континентального склона (глубина 1500–1900 м). Здесь наблюдались покмарки и многочисленные зигзагообразные трещины растяжения. На одном из участков в точке выхода флюидов образовался пологий бугор высотой около 3 м и диаметром 120–140 м.

В западной части Чёрного моря, в пределах субабиссали, выявлены как округлые и изометричные в плане покмарки, так и линейно вытянутые. Размеры изометричных газовых кратеров в основном составляют первые десятки метров, а вытянутых – до 200 м и более. Покмарки обнаружены также в пределах континентального склона, здесь же прослеживаются куполообразные поднятия (дома) размером в плане от 30 до 150 м и высотой до 3–4 м (повышенная плотность домов приурочена к области распространения оползневых отложений). Образование домов можно объяснить локальным увеличением порового давления при вертикальной миграции двухфазного (газ-жидкость) порового флюида. Они представляют одну из стадий развития флюидогенного процесса, непосредственно предшествующую образованию покмарок.

В Каспийском море в местах истечения газо-водяных флюидов на дне образуются небольшие бугры, конусовидные «холмы» высотой 1,3–1,6 м (их ширина у основания достигает 4,5–15 м) и плитообразные и подушечнообразные тела, сложенные прочными сцементированными породами, преимущественно карбонатного состава [Безродных и др., 2013].

Моря Северо-Запада (Балтийское и Белое). Проявления флюидогенного морфолитогенеза здесь, по сравнению с Чёрным морем, развиты слабо и фрагментарно. В Балтийском море покмарки выявлены в районах распространения газонасыщенных осадков в Гданьской, Арконской и Готландской впадинах. Общая мощность рыхлых осадков, покрывающих дно последней, достигает 15–30 м. Покмарки особенно многочисленны на северо-западном склоне Готландской впадины. Выходы флюидов, сопровождающиеся образованием покмарок, достигающих в диаметре 7–10 м, в морских пелитовых осадках были зафиксированы также в Финском заливе [Корнеев и др., 2011]. Отмечается пространственная связь разрывных нарушений и зон скопления покмарок. В целом плотность покмарок невелика – 1–2 шт./км².

Исследования в Белом море не выявили присутствия на дне покмарок и домов. Вместе с тем было обнаружено значительное количество аномальных зон, связанных со скоплением газа. Над активизированными разломами выделены «шлейфы» мощного газовыделения, вызывающие локальные изменения топографии морского дна.

Арктические моря (Баренцево, Карское, море Лаптевых и Чукотское). В Баренцевом море зафиксирована наибольшая концентрация покмарок. Здесь выявлены два их морфологических типа: округлые (конусовидные) и продолговатые. Покмарки встречаются на всей изученной площади Баренцева моря, за исключением Кольского склона. Плотность покмарок варьирует в широком диапазоне: от 1–2 шт./км² в пределах Штокмановской впадины и до 300–350 шт./км² в границах Мурманской банки, в среднем 15–40 шт./км². Доля площади морского дна, занятая воронками, составляет на отдельных участках 60–75 % (результат площадных выбросов метана, что свидетельствует о наличии в прошлом на шельфе Баренцева моря регионального флюидоупора, сложенного, вероятно, многолетнемерзлыми породами).

В ходе наших исследований ни гидролокацией бокового обзора, ни эхолотированием не были обнаружены признаки современной разгрузки газов (газовые факелы) в водную толщу на участках распространения покмарок. Это позволяет сделать вывод, что изученные формы рельефа являются реликтовыми и возникли в период голоценового послеледникового потепления в Западной Арктике или находятся, как и покмарки Чукотского моря, в «спящей» стадии.

Своеобразен рельеф Печорского и Карского морей (перигляциальный шельф). Здесь, помимо относительно редких покмарок, обнаружены пингоподобные структуры, напоминающие льдогрунтовые бугры пучения (пинго или булгуньяхи). Относительная их высота от 3–5 до 40 м, протяженность – от 120–140 до 200–500 м. Происхождение этих мезоформ не выяснено. Их образование в субмаринной обстановке ряд авторов связывает с положительным дроссельным эффектом.

Уникален газовый режим моря Лаптевых. Лаптевоморский бассейн является мощным источником метана в атмосферу региона. Здесь, в водной толще, были зафиксированы чрезвычайно высокие (до 700 нМ) концентрации метана (при средней концентрации метана в морях Российской Арктики 3,6–14,5 нМ). Кроме того, в диапазоне глубин 60–110 м в зоне сочленения хребта Гаккеля с Лаптевоморской плитой, районе с аномально высокой сейсмоструктурной активностью, обнаружены многокорневые гигантские газовые факелы диаметром более 1000 м. На изученных площадях закартированы как одиночные покмарки, так и их скопления. В ряде случаев покмарки, как и в Баренцевом море, приурочены к бороздам выпаивания.

Дальневосточные моря (на примере Охотского моря, участок северо-восточного шельфа). Охотское море, наряду с морем Лаптевых, относится к бассейнам активной подводной разгрузки метана и, соответственно, флюидогенного морфолитогенеза. Оно является пока единственным морем в регионе, где обнаружены газогидратные «бугры и ямы», в образовании которых участвовал метан нефтегазосодержащих пород [Обжиров и др., 2007]. Повсеместно присутствуют покмарки в интервале глубин 100–1400 м.

Есть основание полагать, что повышенная интенсивность газовой эмиссии здесь, как и в море Лаптевых, обусловлена особыми тектоническими режимами упомянутых бассейнов.

Заключение. Весь имеющийся материал дает основание для выделения новых типов морфолитогенеза и рельефа – флюидогенного. Наиболее распространенными мезо- и микроформами флюидогенного типа рельефа являются воронки разнообразной формы (покмарки) и купола (домы). В зависимости от геологических, геохимических, термобарических и других условий разгрузки газов положительные формы рельефа могут быть сложены газо- и газогидратонасыщенными породами, а также осадками, аномальными по своему составу и свойствам. Есть основание отнести некоторые из указанных форм (образованных за счет глубинного газа) к числу индикаторов низзалегавших залежей углеводородов.

Существует тесная связь флюидогенного фактора с биотой, бактериальными и многоклеточными организмами, создающими уникальные экосистемы. Такая связь известна как с выходами высокотемпературных гидротерм, так и с холодными метановыми сипами и другими низкотемпературными очагами разгрузки флюидов. Изучению взаимоотношений литосферы и биосферы через флюиды уделяется много внимания [Judd, Novland, 2007]. Роль флюидодинамики в эволюции биосферы только начинает изучаться. Сейчас аутигенные карбонаты и микробиальные сообщества, связанные с метановыми сипами, известны не только в Чёрном море, но и в Мексиканском заливе, Средиземном море, в районе Алеутских островов, у берегов Перу и Коста-Рики и в других районах. Таким образом, это не единичные случаи, а масштабное явление. Интересны его проявления в рельефе. Так, на хребте Гидрат в пределах подводной окраины Каскадия у берегов штата Орегон на Тихоокеанском побережье США карбонатная постройка достигает 90 м относительной высоты. Такие постройки в этом районе активны в течение по крайней мере 270 тыс. лет [Teichert et al., 2005].

Работы выполнены по теме госзадания АААА-А16-11632810089-5 «Эволюция природной среды, динамика рельефа и геоморфологическая безопасность природопользования» и поддержаны РФФИ, проект № 16-05-00819 «Изменения глобального рельефа как фактор развития географической оболочки (на примере проблемы массовых вымираний)».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Безродных Ю.П., Делия С.В., Лаврушин В.Ю. и др. Газовые сипы на акватории Северного Каспия // Литология и полезные ископаемые. 2013. № 5. С. 415–425.
- Бондур В.Г., Кузнецова Т.В., Воробьев В.Е., Замшин В.В. Выявление газопроявлений на шельфе России по данным космической съемки // Актуальные проблемы нефти и газа. 2014. № 1 (9). С. 20.
- Корнеев О.Ю., Свечников А.И., Рыбалко А.Е., Никитин М.А., Назарова О.В. Выявление геологических опасностей с помощью высокочастотного сейсмоакустического профилирования и локации бокового обзора для целей ГМГСШ // Разведка и охрана недр. 2011. № 10. С. 48–53.
- Миронюк С.Г. Грязевые вулканы Азово-Чёрноморского бассейна и прилегающей территории и оценка их опасности для зданий и сооружений // ГеоРиск. 2010. № 3. С. 20–28.

Обжиров А.И., Пестрикова Н.Л. и др. Районы газогидратопроявления в пределах Охотского моря // Вестник ДВО РАН. 2007. № 1. С. 42–51.

Judd A., Hovland M. Seabed Fluid Flow, the impact on geology, biology and the marine environment. Cambridge University. 2007. 475 p.

Teichert B.M.A., Bohrmann G., Suess E. Chemoherms on Hydrate Ridge – unique microbially-mediated carbonate build-ups growing into the water column // Pal., pal., pal. 2005. Vol. 227. P. 67–85.

РЕЛЬЕФ МОРСКОГО ДНА И БИОРАЗНООБРАЗИЕ

В.И. Мысливец

Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия
myslivets@yandex.ru

При изучении эволюции биосферы чрезвычайно важной является проблема массовых вымираний биоты. В фанерозое таких событий разного ранга насчитывается до 29 [Алексеев и др., 2001] (рис. 1). Особенно резкие пики массовых вымираний приходятся именно на конец перми – ранний триас и мел-палеогеновую границу (см. рис. 1).

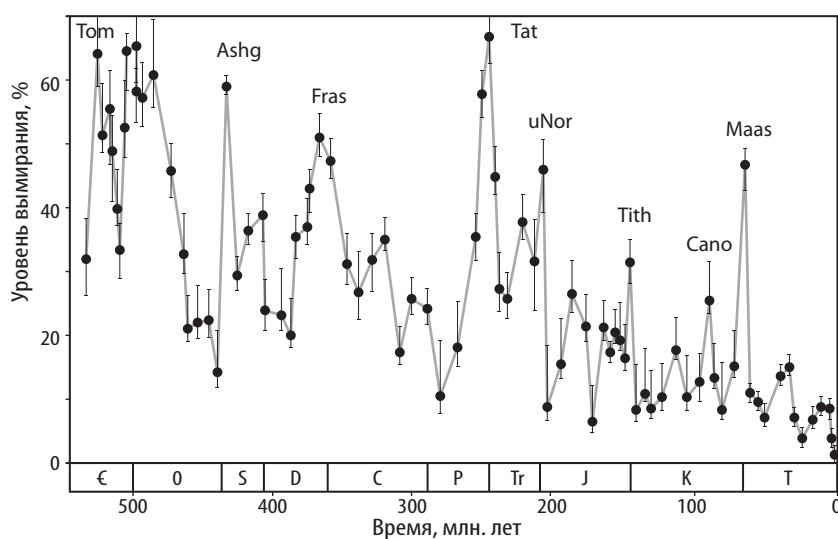


Рис. 1

Изменения уровня вымирания родов морских животных на протяжении кембрия – неогена [Sepkoski, 1996; Алексеев и др., 2001]. Обсуждаемые в настоящей работе массовые вымирания обозначены буквами: Fras – на рубеже девона и карбона, Tat – на границе перми и триаса и Maas – на границе мела и палеогена

Данные об интенсивности торфоугленакопления на суше также подтверждают минимальное торфоугленакопление в триасе и на границе мела и палеоцена.

Среди причин массовых вымираний называют как собственно биологические, вроде внутривидовой борьбы или узкой специализации, так и связанные с неблагоприятными факторами внешней среды. Данные по массовым вымираниям обобщил М.С. Бараш [2012; 2015; 2016]. Рассмотрев многочисленные предложенные объяснения этих явлений, он пришел к выводу, что на Земле реализуются две последовательности событий: собственно земные, приводящие к мощному вулканизму, и космические – падение на Землю крупных комет или

астероидов. В обоих случаях в атмосферу выбрасываются вредные химические элементы и аэрозоли, возникает парниковый эффект, потепление, затемнение атмосферы, препятствующее проникновению ультрафиолетовых лучей и фотосинтезу, развивается стагнация океана, аноксия; происходит разрыв пищевых цепей, сокращение биопродуктивности и вымирание значительной части биоты. Подобные события может вызвать и какая-либо из указанных двух причин [Бараш, 2015].

Нами было предпринято полевое обследование разрезов верхнего палеозоя – мезозоя, вскрытых на правом берегу Волги между Саратовом и Самарой. Контакт маастрихта и палеоцена (известняки, опоки, писчий мел) обнажается южнее г. Вольска. К нему приурочен размыв низов датского яруса, который связывается с глубокой регрессией моря. Известняки каменноугольного и пермского возраста обнажаются на правом берегу Волги в южной части Самарской Луки. Пермские отложения здесь перекрываются корой выветривания мощностью не менее 8 м, свидетельствующей о существовании регионально развитой поверхности выравнивания. Таким образом, в обоих случаях седиментация прерывалась и имел место длительный и глубокий континентальный этап. Следовательно, палеогеографические события и приуроченные к ним массовые вымирания носили не внезапный и катастрофический характер, а развивались в течение длительного времени.

Биоразнообразию на суше подчиняется широтно-зональная, высотно-поясная и континентально-океаническая закономерности. Выделяются горные области, что дает основания выделить еще одну закономерность, орографическую – зависимость ареалов биоты и биоразнообразия от высоты и расположения горных хребтов, плато, нагорий и возвышенностей. Из четырех закономерностей пространственного распределения биоты суши три связаны с горами – или напрямую, или в значительной степени. Обычно указывают на разнообразие местообитаний как фактор ценотического, экосистемного разнообразия горных ландшафтов. К этому следует добавить некоторые особенности природной среды в горах, которые могут воздействовать на уровне отдельных организмов. Это прежде всего особенности спектра солнечной радиации в горах, и в частности повышенное воздействие ультрафиолета. Затем надо указать на особенности состава и количества микроэлементов, принимающих участие в биологическом обмене веществ организмов, обитающих в горах. Так, известно повышенное плодородие вулканических почв. Для гор с отсутствием современного вулканизма может играть роль разнообразие состава горных пород, образующих многочисленные скальные выходы. Высказано предположение о повышенном радиационном фоне в горных областях и связанных с этим мутациях генов. Возможно, какую-то роль играют флюиды, поднимающиеся по многочисленным разломам и ослабленным зонам. То же самое можно сказать о роли атмосферного электричества, нуждающейся в выяснении. Так, известна повышенная грозовая активность на Алтае и в других горных районах. На ценотическом уровне проявляются активные процессы – оползни, осыпи, лавины, которые могут вызывать сукцессии и образование новых видов [Воронов и др., 2003]. В целом надо отметить, что развитие жизни определяет кругооборот веществ, а он в горах намного интенсивнее, чем на равнинах.

Исследование, проведенное на очень большом полевом материале, показало, что иногда даже небольшие различия в рельефе гор могут играть роль в определении разнообразия авифауны. Оказалось, что птицы предпочитают ландшафты со следами оледенения горам с простым эрозионно-денудационным расчленением [Романов, 2010].

В Мировом океане условия жизни – солнечный свет, насыщенность воды кислородом, наличие питательных солей. Биоразнообразие определяется геоморфологическими условиями, степенью эндемизма, геологической историей регионов. Отмеченные для суши закономерности распределения биоты проявляются в океане, хотя есть и существенная специфика. Так, широтно-зональное распространение отчетливо проявляется в литоральной и неритовой зонах. Высотно-поясная зональность в океане соответствует вертикальной (общее уменьшение биомассы и количества видов с глубиной). Секторная зональность в океане носит название циркумконтинентальной и проявляется в закономерной смене компонентов природной среды с удалением от берега: это не только обеднение жизни, уменьшение поступления биогенных веществ, но и изменения видового состава в ходе колонизации мелководной фауной абиссальных глубин. Очень важен орографический фактор. Известна роль срединно-океанических хребтов как препятствий для миграций фауны абиссали. Некоторые апвеллинги, в частности важнейший Перуанско-Чилийский, связаны с особенностями рельефа дна – узким шельфом и крутым континентальным склоном. Фауна гипабиссали – глубоководных желобов – отличается высоким уровнем эндемизма. Над подводными горами, находящимися в потоке течения, образуются вихри Тейлора, в которых происходит местный подъем питательных солей, определяющий формирование «оазиса биоразнообразия» посреди океанской пустыни. Научной сенсацией стало открытие глубоководных гидротерм с их фауной, занимающих вполне определенные геоморфологические позиции – в осевой зоне срединных хребтов. Морские экосистемы оказываются настолько чувствительными к характеру рельефа, что очертания шельфовых мелководий являются фактором видообразования [Валентайн, Яблонский, 1988].

Приведенные данные позволяют констатировать, что и на суше, и в океане, несмотря на его специфику, роль рельефа в биоразнообразии трудно переоценить. Выделяется горный рельеф, хотя его роль на суше и в океане несколько различна. Велико также значение береговой линии: чем она изрезаннее, с большим количеством заливов, бухт, мысов, островов, тем больше при прочих равных условиях разнообразие местообитаний и возможностей дифференциации биоты.

Сопоставление этапов эволюции биоты с тектоно-магматическими эпохами фанерозоя показывает, что интенсивные тектонические движения были благоприятны для развития жизни, а упомянутые выше пики массовых вымираний близки или совпадают с границами эпох – каледонской, герцинской, мезозойской и альпийской (кайнозойской). Можно сделать вывод, что большую роль в эволюции как сухопутной, так и морской биоты играл рельеф, связанный с тектоническими движениями: расчлененный рельеф образуется в эпохи складчатости и орогенеза. При этом речь идет как о вертикальном, так и о горизонтальном расчленении.

Этот вывод подтверждается косвенными данными о расчлененности рельефа прошлых эпох. По данным В.Г. Чернова [1983], увеличение доли псефитовых отложений в разрезах континентов приурочено к тектоно-магматическим эпохам фанерозоя.

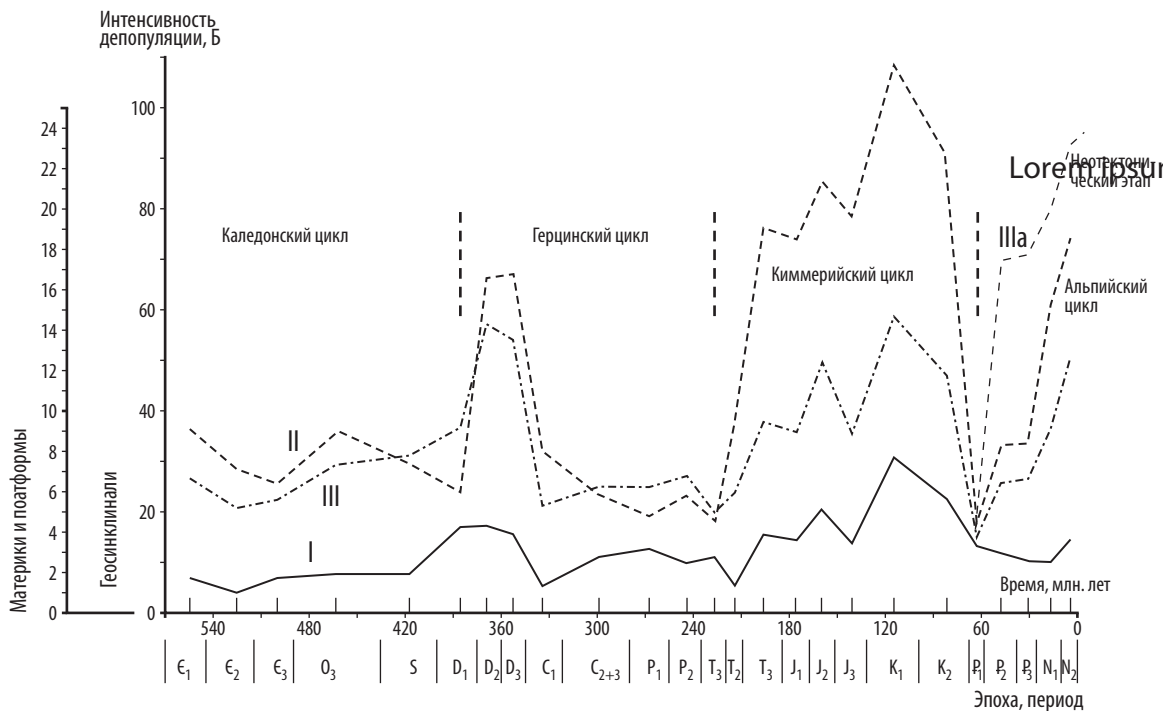


Рис. 2

Интенсивность механической денудации континентов в фанерозое:

*I – платформы, II – геосинклинали, III – материки (IIIa – с введением поправки на объём осадков в океане).
Вертикальный масштаб для платформ и материков увеличен, по данным: [Ронов, 1980]*

График на рисунке 2 составлен по данным А.Б. Ронова [1980, рис. 8]. По этим материалам, представленным в табличном виде, нами был построен график интенсивности механической денудации и терригенной аккумуляции в пределах континентов в фанерозое, исключая четвертичный период [Проблемы ... 1999]. Интенсивность денудации и аккумуляции определялась отношением объёма терригенных отложений к величине площади размыва или накопления за единицу времени и выражалась в Б (мм/1000 лет). На графике видно усиление денудации во время тектоно-магматических циклов и ослабление на их временных рубежах. Логично интерпретировать эти данные как отражение степени расчлененности рельефа.

Упомянутые выше регрессивные условия в начале и конце мезозоя, отразившиеся в разрезах правобережья Волги, могли быть связаны с уменьшением объема срединно-океанических хребтов, увеличением емкости океанических впадин и понижением уровня океана на границах глобальных тектоно-магматических циклов.

Работы выполнены по теме госзадания АААА-А16-11632810089-5 «Эволюция природной среды, динамика рельефа и геоморфологическая безопасность природопользования» и поддержаны РФФИ, проект № 16-05-00819 «Изменения глобального рельефа как фактор развития географической оболочки (на примере проблемы массовых вымираний)».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев А.С., Дмитриев В.Ю., Пономаренко А.Г. Эволюция таксономического разнообразия. М.: ГЕОС, 2001. 126 с.
- Бараш М.С. Причины великого массового вымирания морских организмов в позднем девоне // Океанология. 2016. Т. 56. № 6. С. 946–958.
- Бараш М.С. Причины и первопричины массовых вымираний биоты в фанерозое // Докл. РАН. 2012. Т. 44. № 4. С. 424–427.
- Бараш М.С. Причины катастрофических массовых вымираний в фанерозое. Условия среды во время катастроф. Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. С. 143.
- Валентайн Дж.У., Яблонский Д. Видообразование в морском мелководье: общие тенденции и проверка биогеографическими данными // Биосфера: эволюция, пространство, время. М.: Прогресс, 1988. С. 175–196.
- Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Кривоуцкий Д.А., Мяло Е.Г. Биогеография с основами экологии. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 408 с.
- Проблемы теоретической геоморфологии. М.: Изд-во МГУ, 1999. 512 с.
- Романов А.А. Связи птиц с ледниковыми ландшафтами гольцов плато Путорана (Средняя Сибирь) // Вестн. Моск. гос. обл. ун-та. Сер. «Естественные науки». 2010. № 3. С. 122–127.
- Ронов А.Б. Осадочная оболочка Земли. М.: Наука, 1980. 85 с.
- Чернов В.Г. Эволюция псефитонакопления в истории Земли // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 1983. № 3. С. 15–21.

РЕЗУЛЬТАТЫ МАРШРУТНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА КИТООБРАЗНЫМИ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ И КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ В 2015 г.

Е.П. Олейников

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

В течение 2015 г. с борта НИС «Денеб» было выполнено три сессии маршрутных наблюдений за морскими млекопитающими. Летом в северо-восточной части Чёрного моря и в осенне-зимний период в районе Керченского пролива со стороны Чёрного моря. Маршрутные наблюдения за морскими млекопитающими велись одним наблюдателем в светлое время суток с ходового мостика судна при условии, что волнение моря не превышало трех баллов. Ширина учетной полосы составила 300 м. При необходимости использовался бинокль с 24-кратным увеличением. Регистрировалась видовая принадлежность животных, их численность, направление движения и формы поведения. Место встречи животных фиксировалось при помощи судового GPS-приемника. Условия погоды отмечались по показаниям судовой метеостанции, а волнение определялось визуально.

Наблюдения осуществлялись 23 июля, 29 ноября и 4 декабря 2015 г. Протяженность полосы учета за весь период экспедиционных исследований в этом году составила 185,6 км, а обследованная площадь – 55,68 км². Наблюдения велись в районе Керченского пролива 29 ноября и 4 декабря 2015 г. (рис. 1).

Были отмечены все три вида черноморских дельфинов. Афалины обитают во всей акватории Чёрного моря, обычно в прибрежных водах встречаются чаще, чем в открытом море. Чёрноморских афалин выделяют в отдельный подвид *Tursiops truncatus ponticus* Barabash-Nikiforov, 1940. По классификации Международного союза охраны природы и природных ресурсов (МСОП) черноморская афалина относится к животным, котрым угрожает исчезновение. Также в Чёрном море обитает географически изолированный подвид морской свиньи *Phocoena phocoena relicta* Abel, 1905. Чёрноморская морская свинья, или азовка, занесена в Красную книгу Российской Федерации, а по классификации МСОП относится к категории Endangered – вид, находящийся под угрозой исчезновения. Отмечен был и обыкновенный дельфин, или дельфин-белобочка. Чёрноморская белобочка – это подвид дельфина-белобочки *Delphinus delphis ponticus* Barabash, 1935. Этот вид китообразных считается самым многочисленным для Чёрного моря [Бурдин и др., 2009].



Рис. 1

Маршруты наблюдения морских млекопитающих:

А – маршрут 23 июля 2015 г.; Б – маршрут 29 ноября 2015 г.; В – маршрут 4 декабря 2015 г.

Всего было отмечено 26 встреч дельфинов с общим количеством 75 особей. Большинство зарегистрированных животных (49 особей) относятся к виду *Delphinus delphis*. Следующим по численности видом оказалась морская свинья – всего 22 особи. А наименее представленным видом за весь период исследований была афалина – всего 4 дельфина (2 встречи).

Одновременно все три вида китообразных наблюдались в июле 2015 г., в ноябре встречались только морские свиньи, а в декабре отмечены как азовки, так и белобочки. Животные были как в группах, так и поодиночке. Детенышей отмечено не было. Примечательно, что в прикерченском районе Чёрного моря не было встреч с афалинами. Наблюдаемые животные активно перемещались, проявляли элементы кормового и игрового поведения.

В настоящее время завершается статистическая обработка данных, экстраполяция результатов учета на прилегающие районы, а также сравнительный анализ с результатами данных, полученных ранее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бурдин А.М., Филатова О.А., Хойт Э. Морские млекопитающие России: справочник-определитель. Киров: Волго-Вятское книжное издательство, 2009. 210 с.

МАКРОВОДОРОСЛИ-ЭНДЕМИКИ ЧЁРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

О.В. Степаньян

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
step@ssc-ras.ru

Эндемики – виды, роды, семейства или другие таксоны животных и растений, представители которых обитают в границах относительно ограниченного ареала, представленного небольшой географической областью. Часто эндемики занесены в Красные книги, являются редкими и исчезающими видами. На примере водорослей-эндемиков Азовского и Чёрного морей нами была прослежена пространственная динамика и дан прогноз их распространения в будущем.

В 1970-х гг. в Чёрном и Азовском морях было отмечено 7 видов водорослей-эндемиков этих морей [Калугина-Гутник, 1975]: зеленые водоросли – *Chaetomorpha zernovii* Woronich., *Enteromorpha maeotica* Pr.-Lavr. (= *Ulva maeotica* (Pr.-Lavr.) P. Tsarenko), *Epicladia pontica* Rochl., *Pseudullvella nadsonii* Rochl. (= *Ulvella nadsonii* (Rochlina) Gallardo, Garreta, Ribera, Cormaci, Furnari, Giaccone, Boudouresque); красные водоросли – *Laurencia coronopus* J.Ag., *Dasyopsis apiculata* (Ag.) A. Zin. (= *Dasya apiculata* (C.Ag.) J.Ag.), *Gelidiella antipai* Celan (= *Parviphycus antipae* (Celan) B. Santelices).

Зеленая водоросль *Cladophora siwaschensis* C. Meyer, описанная как эндемик [Зинова, 1967], отнесена А.А. Калугиной-Гутник [1975] к нижнебореальным видам, но указано, что это редкий вид, встречающийся только в районе Керченского пролива и Каспийском море. В настоящее время этот вид указывается как эндемик Чёрного моря [AlgaeBase, 2017].

По данным А.А. Калугиной-Гутник [1975], в Азовском море и в крымских лиманах отмечался один эндемичный вид – *U. maeotica*. Три вида водорослей – *D. apiculata*, *Ul. nadsonii*, *E. pontica* – встречались исключительно в прибрежной акватории южного берега Крыма, причем последние два вида обнаруживались на глубинах 30–50 м. Локально на глубинах 30–50 м в западной части п-ва Крым в Егорлыцко-Тендровского районе была отмечена *Ch. zernovii*.

Наибольшее распространение в прибрежье всего Чёрного моря (за исключением одесского прибрежья и филлофорного поля Зернова) имела *L. coronopus*, являющаяся также эндемиком Средиземного моря, и *P. antipae*, встречающаяся в северной части Чёрного моря (западная и южная части п-ов Крым, прибрежье Румынии и Болгарии). Отметим, что в последние годы *P. antipae* рассматривается как борельно-тропический вид с широким ареалом: от Чёрного и Средиземного морей до тропической и субтропической Атлантики и Пацифики [AlgaeBase, 2017].

Часть видов-эндемиков включена в Красные книги Украины (2013) и Республики Крым (2015) как редкие исчезающие: *Ch. zernovii*, *Cl. siwaschensis*, *U. maeotica*, *L. coronopus*, *D. apiculata*.

Для визуализации пространственного распределения водорослей в середине прошлого века и в начале XXI в. использованы опубликованные материалы [Маслов, 2008; Milchakova, 2011; Теюбова, Мильчакова, 2011а,б; Никитина, Лисовская, 2013; Садогурский, 2001, 2006, 2007; Minicheva et al., 2014; Мильчакова и др., 2011], данные из [AlgaeBase, 2017] и собственные сборы (рис. 1).

Видно, что некоторые водоросли-эндемики южного берега Крыма (*Ul. nadsonii*, *E. pontica*) не обнаруживаются в последние годы и, вероятно, исчезли. Другие виды – *U. maeotica* и *Cl. siwaschensis* – расширяют ареалы своего обитания и осваивают новые биотопы в Чёрном море. Так, в 2000–2010 гг. *U. maeotica* была обнаружена в районе Керченского пролива, в Темрюкском заливе и Бейсугском лимане Азовского моря, лиманах Цокур, Бугазский, Витязевский, в лиманах косы Тузла (Таманский п-ов), где она обитала при солёности до 40 ‰ и высокой трофности вод, в середине 2010-х гг. отмечена для морского побережья южного берега Крыма. Отметим, что активное строительство транспортного перехода Тамань – Крым ставит под угрозу обитание в лиманах косы Тузла (Таманский п-ов) эндемиков *U. maeotica* и *Cl. siwaschensis*. Анализ современного распределения водорослей-эндемиков в Азовском и Чёрном морях позволяет предположить, что в условиях дальнейшего повышения температуры и снижения прозрачности воды будет происходить сокращение местообитаний более холодолюбивых *E. pontica*, *Ul. nadsonii*, *Ch. zernovii* или их полное исчезновение. Современные изменения в морской среде в незначительной степени отразятся на теплолюбивых *D. apiculata*, *L. coronopus* и *P. antipae* и оптимальны для распространения на большую часть азовской и черноморской прибрежных акваторий и лиманов *U. maeotica* и *Cl. siwaschensis*.

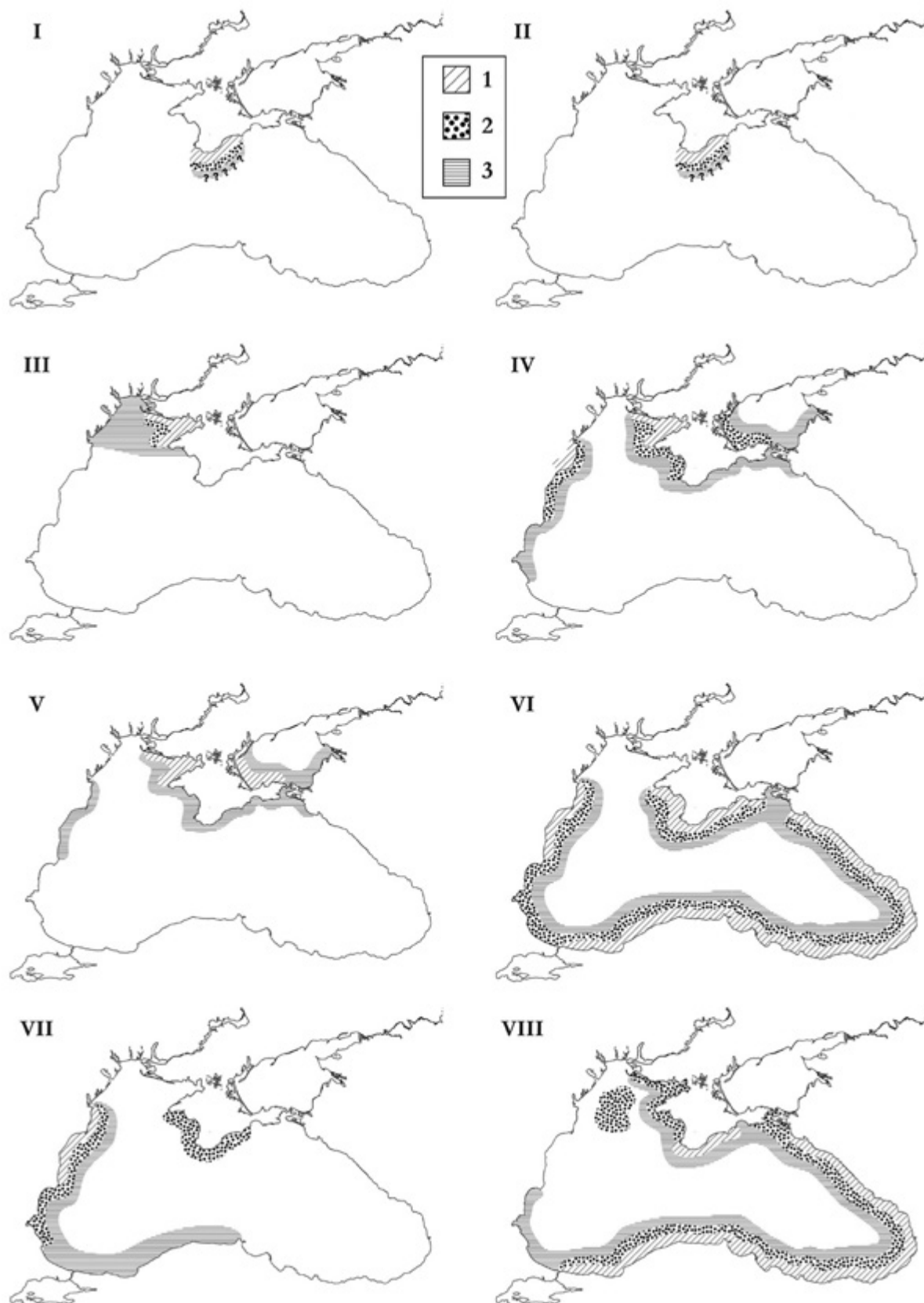


Рис. 1

Пространственное распределение водорослей-эндемиков в Азовском и Чёрном морях в XX и начале XXI в.

I – *Ulvelia nadsonii*, II – *Epicladia pontica*, III – *Chaetomorpha zernovii*, IV – *Ulva maeotica*,
V – *Cladophora siwaschensis*, VI – *Laurencia coronopus*, VII – *Parviphycus antipae*, VIII – *Dasya apiculata*.

1 – по: [Зинова, 1967]; 2 – по: [Калугина-Гутник, 1975], 3 – современные данные

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М; Л.: Наука, 1967. 398 с.
- Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1975. 248 с.
- Красная книга Республики Крым: растения, водоросли и грибы / отв. ред. А.В. Ена, А.В. Фатерыга. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. 480 с.
- Красная книга Украины. 2013. URL: <http://redbook-ua.org> (дата обращения: 10.09.2017).
- Маслов И.И. Альгофлора заповедных морских акваторий Крымского полуострова: макрофитобентос // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: мат-лы всерос. конф. (г. Петрозаводск, 22–27 сент. 2008 г.). Ч. 2: Альгология. Микология. Лихенология. Бриология. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. С. 60–62.
- Мильчакова Н.А., Миронова Н.В., Рябогина В.Г. Морские растительные ресурсы // Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей. Севастополь, 2011. С. 117–139.
- Никитина В.Н., Лисовская О.А. Макрофитобентос верхних отделов береговой зоны российского побережья Чёрного моря // Труды СПб о-ва естествоиспыт. Сер. 3. Т. 81. СПб.: СПбГУ, 2013. 132 с.
- Садогурский С.Е. К изучению макрофитобентоса заповедных акваторий Каркинитского залива (Черное море) // Альгология. 2001. Т. 11. № 3. С. 342–357.
- Садогурский С.Е. К изучению макрофитобентоса у черноморского побережья Керченского полуострова (Крым) // Альгология. 2007. Т. 17. № 3. С. 345–360.
- Садогурский С.Е. Макрофитобентос водоемов острова Тузла и прилегающих морских акваторий (Керченский пролив, Украина) // Альгология. 2006. № 3. С. 337–354.
- Теюбова В.Ф., Мильчакова Н.А. Флористическое разнообразие макрофитов российского шельфа Чёрного моря (от м. Панагия до м. Видный) // Состояние экосистем шельфовой зоны Чёрного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия. Сб. ст., посв. 90-летию Новороссийской морской биологической станции им. проф. В.М. Арнольди. Краснодар: КубГУ, 2011а. С. 152–165.
- Теюбова В.Ф., Мильчакова Н.А. Эколого-фитоценотическая структура макрофитобентоса открытого побережья Чёрного моря (от м. Панагия до м. Видный) // Состояние экосистем шельфовой зоны Чёрного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия. Сб. ст., посв. 90-летию Новороссийской морской биологической станции им. проф. В.М. Арнольди. Краснодар: КубГУ, 2011б. С. 165–178.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2017. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. URL: <http://www.algaebase.org> (дата обращения: 08.08.2017).
- Milchakova N.A. Marine Plants of the Black Sea. An Illustrated Field Guide. Sevastopol: DigitPrint, 2011. 144 p.
- Minicheva G., Afanasyev D., Kurakin A. 2014 Black Sea Monitoring Guidelines. Macrophytobenthos. URL: http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual_macrophytes_EMBLAS_ann.pdf (дата обращения: 01.09.2017).

СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ СУПРАЛИТОРАЛИ БЕЙСУГСКОГО ЛИМАНА

Е.Н. Терсков, И.В. Шохин

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
nocaracris@yandex.ru

Лиманы Азово-Кубанской низменности представляют собой уникальную природную систему, формирование которой происходило в сложных меняющихся естественных и антропогенных условиях. Лиманы – это переходные экотоны между пресноводным и морским водоемами, обладающие огромным ресурсным потенциалом [Булышева и др., 2013]. Наиболее крупным является Бейсугский лиман. Его длина 30 км, ширина в средней части 12 км, средняя глубина 1,7 м, площадь водного зеркала 272 км², объем воды – около 400 млн м³. Береговая линия лимана сравнительно слабо изрезана. Его юго-западный берег возвышен и обрывист, остальные берега низменны. От Азовского моря лиман отделен сравнительно узкой Ясенской косой (длиной 12 км), сложенной

в основном из ракушечника. С обеих сторон косы имеются гирла – Ясенское и Бугазское, через которые лиман сообщается с морем. Надводная растительность в лимане развита слабо. Имеются лишь редкие заросли тростника, камыша и осоки в районе Ясенской косы и в устьях рек Бейсуга и Челбаса. По всей акватории лимана распространены заросли зостеры [Белюченко, 2005].

История изучения беспозвоночных охватывает немногочисленные публикации по видам, имеющим рыбохозяйственное значение в качестве кормовой базы [Абаев, Крылова, 1963; Василенко, 1992, 1996; Абаев, 1996; Василенко и др., 1996; Цунникова и др., 1996, 2000, 2004; Галичева, Котова, 2009 и др.], отдельная работа была посвящена изучению макрозообентоса [Булышева и др., 2013]. Специальных исследований по изучению беспозвоночных супралиторали Бейсугского лимана не проводилось.

Супралиторальная фауна беспозвоночных животных Бейсугского лимана достаточно разнообразна. Оценка видового состава и характера их биотопического распределения дала возможность выделить три фаунистических комплекса по мере удаления от зоны заплеска: амфибиотический (0–30 см), мезофильный (30–150 см), луговой (150–500 см).

Амфибиотический комплекс представлен водными и околоводными беспозвоночными, обитающими в непосредственной близости от воды в мелком ракушечнике. Сюда проникают некоторые виды полихет (Polychaeta), таких как *Neanthes succinea* и олигохеты (Oligochaeta) сем. Enchytraeidae, которые держатся на глубине от 5 до 20 см в слое влажного ракушечника. Многочисленны мелкие жуки (Insecta: Coleoptera) сем. Carabidae, сем. Staphylinidae (*Oxytelus piceus*, *Philonthus salinus*, *Achenium humile*) и сем. Heteroceridae (*Heterocerus flexuosus*). Среди представителей Arachnida встречается *Arctosa cinerea*, а также *Pardosa* sp. Доминантными видами являются *Orchestia bottae* (Crustacea: Talitridae) и *Oxytelus piceus* (Insecta: Staphylinidae).

Мезофильный комплекс охватывает береговую зону выброса водорослей и представлен преимущественно сапрофагами и псаммофилами. Доминантный вид – *Orchestia bottae* (Malacostraca: Talitridae). Из других групп беспозвоночных отмечены *Arctosa cinerea*, *Agyneta rurestris*, *Trichoncoides piscator*, *Yllenus* sp. (Arachnida), *Armadillidium vulgare* (Isopoda: Armadillidiidae), насекомые *Phaleria pontica* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Bledius furcatus*, *Philonthus punctus*, *Achenium depressum*, *Bledius tricornis*, *Philonthus quisquiliarius*, *Oxytelus piceus* (Coleoptera: Staphylinidae), *Heterocerus flexuosus* (Coleoptera: Heteroceridae).

Луговой комплекс представлен беспозвоночными, населяющими песчаные станции с приморскими луговыми растительными ассоциациями. Видовое разнообразие насекомых значительно выше, чем на предыдущих участках. Среди насекомых отмечены жесткокрылые (Insecta, Coleoptera) *Phaleria pontica*, *Centorus procerus moldaviensis*, *Tentyria nomas*, *Blaps lethifera*, *Gonocephalum pygmaeum*, *Opatrum sabulosum*, *Crypticus quisquilius* (Tenebrionidae), *Heterocerus fenestratus*, *Heterocerus flexuosus*, *Heterocerus obsoletus* (Heteroceridae), *Pentodon idiota* (Scarabaeidae), *Cicindela lunulata* (Carabidae), *Anothylus rugosus*, *Philonthus biskrensis*, *Philonthus punctus*, *Achenium depressum* (Staphylinidae). Из представителей отряда прямокрылых встречаются преимущественно саранчовые (Acrididae) *Calliptamus italicus*, *Acrida bicolor*, *Chorthippus biguttulus*, *Chorthippus loratus*, *Locusta migratoria*, *Oedipoda caerulescens*, *Ailopus thalassinus*, *Epracromius pulverulentus*, *Sphingonotus caerulans*. Также отмечены 2 вида кузнечиков (Tettigoniidae) – *Conocephalus discolor* и *Decticus verrucivorus*. Из других групп беспозвоночных встречаются *Argiope bruennichi*, *Neoscona adianta*, *Singa* sp., *Oxyopes* sp., *Philodromus histrio*, *Heliophanus lineiventris* (Arachnida), *Armadillidium vulgare* (Isopoda: Armadillidiidae).

Доминантными видами среди саранчовых (Insecta: Orthoptera), обитающих в зарослях тростника, являются *Acrida bicolor* и *Locusta migratoria*, на песке *Sphingonotus caerulans*. Из представителей отряда жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) преобладали *Tentyria nomas* (Tenebrionidae) и *Cicindela lunulata* (Carabidae).

В результате проведенных исследований для супралиторали Бейсугского лимана достоверно зарегистрирован 51 таксон беспозвоночных. Наибольшее видовое разнообразие отмечено для лугового комплекса видов (69%), мезофильный комплекс включает в себя 23% беспозвоночных, амфибиотический – 8% (рис. 1).

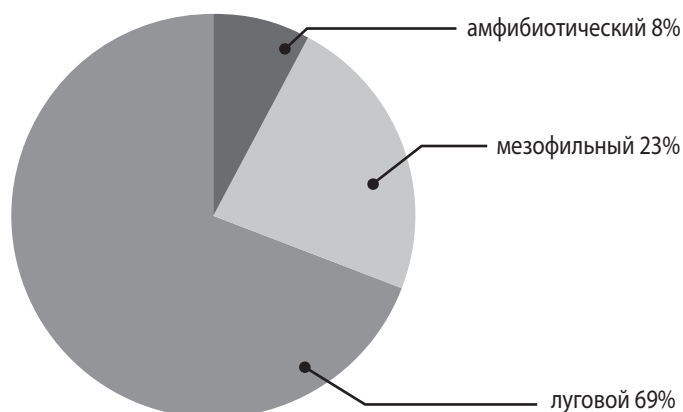


Рис. 1
Фаунистические комплексы видов беспозвоночных супралиторали Бейсугского лимана

Работа выполнена в рамках темы НИР «Современное состояние и многолетняя изменчивость прибрежных экосистем южных морей России», № гос. регистрации ЦИТИС 01201363187.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абаев Ю.И. Эколого-зоогеографический анализ и рыбохозяйственная оценка современной ихтиофауны бассейна реки Кубани: автореф. дис. ... д.б.н. М., 1996. 60 с.
- Абаев Ю.И., Крылова А.Г. О питании молоди тарани в Бейсугском нерестилище и лимане // Труды АзНИИРХ. 1963. № 6. С. 127–132.
- Белюченко И.С. Экология Кубани (Ч. 1). Краснодар: Изд-во КГАУ, 2005. 513 с.
- Булышева Н.И. Новые данные о макрозообентосе Бейсугского лимана Азовского моря // Юг России: экология, развитие. 2013. Т. 3 (28). С. 53–60.
- Василенко И.Н. Биологические основы воспроизводственно-товарного использования Азово-Кубанских лиманов: автореф. дис. ... к.б.н. М., 1992. 22 с.
- Василенко И.Н. Биологическое обоснование повышения рыбопродуктивности азово-кубанских лиманов // Основные проблемы рыбного хозяйства и охрана рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. Ростов н/Д: Полиграф, 1996. С. 194–199.
- Василенко И.Н., Цуникова Е.П., Попова Т.М. Перспективы рыбохозяйственного использования пиленгаса в азово-кубанских лиманах // Основные проблемы рыбного хозяйства и охрана рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. Ростов н/Д: Полиграф, 1996. С. 191–194.
- Галичева М.С., Котова Е.А. Состояние популяции тарани в Ейском лимане на современном этапе // Новые технологии. 2009. № 3. С. 9–12.
- Цуникова Е.П. Масштабы воспроизводства судака и тарани в Азово-Кубанском районе в современных условиях // Основные проблемы рыбного хозяйства и охрана рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. Ростов н/Д: Полиграф, 1996. С. 340–348.
- Цуникова Е.П. Особенности нерестовых миграций судака и тарани в водоемы Азово-Кубанского района и эффективность их воспроизводства // Основные проблемы рыбного хозяйства и охрана рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна (1998–1999 гг.). Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2000. С. 159–172.
- Цуникова Е.П., Попова Т.М., Порошина Е.А. Гидролого-гидрохимические и кормовые условия в водоемах естественных нерестилищ Азово-Кубанского района // Основные проблемы рыбного хозяйства и охрана рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна (2002–2003 гг.). Ростов н/Д: Эверест, 2004. С. 18–29.

БИОСОРБЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ВОДОРΟΣЛЯМИ-МАКРОФИТАМИ ИЗ МОРСКОЙ ВОДЫ (НА ПРИМЕРЕ *Fucus vesiculosus*)

И.С. Усягина, Г.М. Воскобойников, М.В. Макаров, Г.В. Ильин, Д.О. Салахов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
usjagina@mmbi.info

Эксплуатация предприятий ядерно-топливного цикла приводит к генерации жидких радиоактивных отходов (ЖРО), часто сбрасываемых непосредственно в морскую среду. Возможности использования гидробионтов, в частности бурых водорослей (макрофитов), как сорбентов биологической природы для защиты окружающей среды от влияния техногенного загрязнения раскрыты в основном для тяжелых металлов и нефтепродуктов [Тропин, 1992; Остроумов, 2011; Мурадов, 2014]. Изучена накопительная способность высших водных растений по отношению к техногенным радионуклидам в естественных водоемах с наведенной активностью [Матишов, Матишов, 2001; Кольский... 2009; Зотина, 2009; Strezov, Nonova, 2009; Nonova, Tosheva, 2014].

Применение бурых водорослей для снижения концентраций искусственных изотопов в воде представляет собой актуальную практическую задачу в случае аварийных выбросов или для нейтрализации ЖРО перед их подачей в водоемы-охладители, так как использование таких биологических сорбентов не требует создания самостоятельного производственного цикла и не наносит ущерба экосистеме.

Цель настоящей работы – оценить возможность использования фукусовых водорослей на примере *Fucus vesiculosus* в качестве биофильтров для очистки морских акваторий от искусственных радионуклидов.

Выбор *Fucus vesiculosus* в качестве модельного объекта при оценке способности водорослей очищать воду, загрязненную искусственными радионуклидами, не случаен. Прежде всего это массовый, широко распространенный вид, доминирующий в сообществах литорали северных морей [Кольский ... 2009]. Прикрепленные обитатели литорали являются естественными биофильтрами на границе раздела сред – наземной и морской, водной среды и донных осадков. Широкая толерантность к целому комплексу факторов [Шошина, Капков, 2014] позволяет использовать фукусовые водоросли в качестве биофильтров, например при создании плантаций для очистки акваторий от нефтяной пленки [Воскобойников, Пуговкин, 2012] или от радиоактивного загрязнения среды [Fowler, 1979; Phillips, 1994].

Способность макрофитов очищать морскую воду от гамма-излучающих радионуклидов ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{85}Sr , ^{109}Cd , ^{137}Cs , ^{152}Eu и ^{241}Am оценивалась в лабораторных условиях. Для эксперимента обирали пробы водорослей и морской воды в Кольском заливе Баренцева моря. Координаты отбора – $68^{\circ}58'$ с.ш., $33^{\circ}01'$ в.д. Дата отбора – 12 июня 2017 г.

Перед началом опыта морскую воду для очистки от органических и неорганических примесей пропускали через фильтр «синяя лента» с размером пор 3 мкм. Для того чтобы получить растворы с разной соленостью, воду с максимальной соленостью разбавляли в дистиллированной воде с последующим контролем на визуальном портативном рефрактометре серии REF в единицах PSU (Practical Salinity Units). Образцы *Fucus vesiculosus* в течение семи дней адаптировали к лабораторным условиям в аквариумах (объем 2,5 л) при температуре 8 ± 1 °C, уровне растворенного кислорода 5,68–6,31 мл·л⁻¹ и солености морской воды – 8,0; 18; 35 PSU. После адаптации в сосуды с растениями (по 4 повторности для 8,0; 18; 35 PSU) и контрольный (морская вода без водоросли) было добавлено по 5,33 г смеси гамма-излучающих радионуклидов, состоящей из ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{85}Sr , ^{109}Cd , ^{137}Cs , ^{152}Eu и ^{241}Am . Суммарная активность смеси радионуклидов – 31,7 кБк на 31.05.2017. Образцы изотопов (общая масса 80 г) произведены ЗАО «Ритверц», Санкт-Петербург, Россия.

Измерения удельной активности радионуклидов в воде и в опытных образцах водорослей проводились на γ -спектрометре многоканальном для измерения рентгеновского и гамма-излучения BE5030 с детектором из чистого германия, входное окно которого выполнено из углепластика толщиной 0,6 мм. (Canberra Industries Inc., США, год вып. – 2013). Диапазон энергий регистрируемого излучения 3–3000 кЭв, диапазон измерения 0,2 Бк/кг – 100 кБк/кг.

Переход радионуклидов из раствора в растения и на стенки экспериментальных сосудов оценивался по уменьшению удельной активности изотопов в воде по сравнению с исходным значением. Изменение концентраций каждого изотопа выражено в процентах от добавленной активности. В аквариумы без водорослей (контроль) добавляли столько же радионуклидов, сколько и в опытные сосуды, чтобы проследить их сорбцию на стенках стекла.

Результаты и обсуждение эксперимента представлены для каждого радионуклида.

Цинк является одним из значимых микроэлементов для растений [Саенко, 1992]. Морские организмы обладают способностью концентрировать этот радионуклид [Поликарпов, 1964], что объясняет высокую скорость очищения воды в проводимом нами эксперименте от продукта нейтронно-активационного происхождения ^{65}Zn (в среднем до 85 % от добавленной активности при 35 PSU). Полученный результат подтверждается исследованиями накопления ^{65}Zn гидробионтами в природных условиях [Зотина, 2009].

Изучение процесса накопления ^{152}Eu и ^{241}Am живыми организмами актуально, так как эти изотопы образуются в результате деструкции топливных частиц при сбросах ЖРО или авариях на атомных станциях. Как в модельных опытах, так и в естественных условиях отмечена высокая биоаккумулирующая способность высших водных растений к данным трансурановым элементам [Bolsunovsky, Zotina, Bondareva, 2005; Зотина, 2009]. В проводимом эксперименте ^{152}Eu и ^{241}Am эффективно сорбировались водорослями (до 81 % от добавленной активности). Наиболее интенсивно процесс поглощения протекал у ^{152}Eu при солености 35 PSU.

Изотоп ^{60}Co широко применяется в качестве источника γ -излучения в технике и медицине и как индикатор динамики различных химических и биологических процессов. Попадая в окружающую среду, он концентрируется гидробионтами так же, как и его стабильный изотоп, являющийся важным микроэлементом для морских организмов [Новый справочник ... 2004]. Результаты исследования показали, что из среды с помощью макрофитов было выведено значительное количество ^{60}Co (до 68 % от добавленной активности). Выявлена положительная зависимость поглощения данного изотопа растением от увеличения показателя солености морской воды ($y = 0,0782\ln(x) - 0,0789$; $R^2 = 0,7$). Для арктического региона этот факт может оказаться полезным, особенно в районах захоронений отработавших атомных судов, т.к. ^{60}Co образуется в стальных конструкциях реакторов атомных ледоколов из-за наличия в стали природной примеси ^{59}Co , который при облучении тепловыми нейтронами распадается с образованием ^{60}Co и накапливается в оксидном слое этих конструкций.

Стронций – один из основных потенциально опасных радионуклидов вследствие сохраняющейся возможности аварийного загрязнения в местах дампинга радиоактивных отходов. Наибольший токсикологический

интерес представляют β -излучатели ^{89}Sr , ^{90}Sr [Калистратова, Беляев, 2012]. Для обеспечения методологического единства в эксперименте использовался изотоп с массовым числом 85, который является γ -излучателем. Обнаружено, что поведение ^{85}Sr в морской воде, содержащей живые водоросли, было аналогично поведению ^{90}Sr в подобных условиях [Рындина, 1970]. Наибольшее поглощение ^{85}Sr растениями наблюдалось при солёности 8 PSU (до 60 % от добавленной активности).

Кадмий относится к антропогенным элементам, не входящим в естественные биогеохимические циклы. Он фитотоксичен и способен аккумулироваться в морских гидробионтах, так как внедряется в активный центр ряда металлсодержащих ферментов, приводя к нарушению обменных процессов [Саенко, 1992]. В эксперименте значительная часть ^{109}Cd при 18 и 35 PSU адсорбировалась на поверхности аквариумов (40–45 % от добавленной активности). При 8 PSU на стекле осело в два раза меньше изотопа. В растения же при разной солёности из воды поступило приблизительно одинаковое количество радионуклида (47–50 % от добавленной активности).

Одним из самых распространенных химических элементов в литосфере является марганец. Для него характерна высокая степень активности поглощения и быстрый перенос в растениях в результате метаболических процессов. При высоких и токсичных уровнях его содержания в растворе может происходить пассивная адсорбция этого элемента гидробионтами [Поликарпов, Егоров, 1986]. Из изотопов марганца опасность могут представлять продукты деления ядерного топлива и активации примесей теплоносителя, мигрировавшие в воздух, такие как ^{56}Mn и ^{54}Mn [Новый справочник ... 2004]. Попадание аэрозолей с примесью изотопов марганца в морскую среду может оказать негативное влияние на жизнедеятельность гидробионтов. Результаты исследования показали, что на 11-й день опыта около половины активности ^{54}Mn , добавленной в аквариумы с водорослями, обнаруживалось в воде. Процесс поглощения марганца водорослями и его адсорбции на стекле протекал аналогично ^{109}Cd . При 35 PSU водоросли элиминировали из воды около 56 % от добавленной активности ^{54}Mn .

В литературе на модельном опыте доказано взаимодействие двух тяжелых металлов – токсичного кадмия (Cd^{2+}) и биогенного марганца (Mn^{2+}) на погруженный макрофит – *Elodea canadensis* Michx [Малева, Чукина, Борисова, 2016]. При совместном действии солей кадмия и марганца накопление Cd^{2+} в листьях элодеи уменьшалось почти в два раза по сравнению с его отдельным внесением, в то время как накопление Mn^{2+} снижалось лишь на 40 %.

Вероятно, полученная в настоящей работе низкая скорость очищения морской воды от радионуклидов ^{54}Mn с помощью *Fucus vesiculosus* обусловлена влиянием ^{109}Cd .

Изотоп ^{137}Cs , образующийся в значительных количествах при делении ^{235}U и ^{239}Pu в ядерных реакторах и атомном оружии, считается одним из наиболее опасных и токсичных элементов для живых организмов. Содержится в радиоактивных отходах, сбросах заводов, перерабатывающих отходы атомной промышленности и в атмосферных выпадениях. В воде находится преимущественно в виде ионов Cs^+ . Очищение сточных вод, содержащих ^{137}Cs , представляет собой важную практическую задачу. Результаты эксперимента показали, что *Fucus vesiculosus* слабо накапливает этот радионуклид из морской воды. Сорбция ^{137}Cs на стенках аквариумов составила 12–18 % от добавленной активности. В водоросли из раствора при 18 PSU и 35 PSU поступило на 5 % меньше, чем в стекло опытных сосудов. Только при 8 PSU сорбция водорослями превысила сорбцию на стекле на 6 %.

Исследование *Fucus vesiculosus* как сорбента биологической природы показало, что живые растения способны удалять ионы гамма-излучающих радиоактивных элементов из морской воды, имеющей разную солёность. Результаты эксперимента показали, что по величине удельной активности, перешедшей из раствора в растение, изотопы можно расположить в следующем порядке: $^{65}\text{Zn} > ^{152}\text{Eu} > ^{241}\text{Am} > ^{60}\text{Co} > ^{109}\text{Cd} > ^{85}\text{Sr} > ^{54}\text{Mn} > ^{137}\text{Cs}$.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014–2020 годы», проект «Разработка методов экосистемного мониторинга заливов и шельфа Баренцева моря и высокоширотной Арктики, сценарного моделирования аварийных ситуаций при транспортировке нефтепродуктов и радиоактивных отходов и экспериментальных технологий их защиты от загрязнения в условиях морского перигляциала» (уникальный идентификатор проекта RFMEFI61616X0073, соглашение № 14.616.21.0073).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воскобойников Г.М., Пуговкин Д.В. О возможной роли *Fucus vesiculosus* в очистке прибрежных акваторий от нефтяного загрязнения // Вестник МГТУ. 2012. Т. 15. В. 4. С. 716–720.

Зотина Т.А. Распределение техногенных радионуклидов в биомассе макрофитов реки Енисей // Радиационная биология. Радиоэкология. 2009. Т. 49. Вып. 6. С. 729–737.

- Калистратова В.С., Беляев И.К. и др. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов. М.: Издательство ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, ФМБА России, 2012. 464 с.
- Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. 381 с.
- Малева М.Г., Чукина Н.В., Борисова Г.Г. Взаимное действие ионов кадмия и марганца на погруженные макрофиты (на примере элодеи канадской) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2016. № 3. С. 82–91.
- Матишов Д.Г., Матишов Г.Г. Радиационная экологическая океанология. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2001. 417 с.
- Мурадов С.В. Воздействие тяжелых металлов на водоросли-макрофиты Авачинской губы // Фундаментальные исследования. 2014. № 9. С. 1998–2002.
- Новый справочник химика и технолога. Радиоактивные вещества. Вредные вещества. Гигиенические нормативы / под ред. А.В. Москвина. СПб: Изд-во НПО «Профессионал», 2004. 1146 с.
- Остроумов С.А., Поклонов В.А. Снижение концентраций тяжелых металлов в водных растворах при взаимодействии с макрофитами // Экологическая химия. 2011. Т. 20. Вып. 4. С. 200–203
- Поликарпов Г.Г. Радиоэкология морских организмов. М.: Атомиздат, 1964. 295 с.
- Поликарпов Г.Г., Егоров В.Н. Морская динамическая радиохемозология. М.: Энергоатомиздат, 1986. 176 с.
- Рындина Д.Д. Процессы сорбции и десорбции радионуклидов морскими грунтами водорослями и детритом // Морская радиоэкология. Киев: Наукова думка, 1970. Гл. 3. С. 46–62.
- Саенко Н.Г. Металлы и галогены в морских организмах. М: Наука, 1992. 200 с.
- Тропин И.В. Экологические и биохимические аспекты аккумуляции некоторых тяжелых металлов морскими макроводорослями: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва: Изд-во МГУ, биологический факультет, 1992. 20 с.
- Шошина Е.В., Капков В.И. Экологические особенности промысловых фукусовых водорослей Мурманского побережья Баренцева моря // Вестн. Мурманск. гос. техн. ун-та, 2014. Т. 17. № 1. С. 180–189.
- Bolsunovsky A., Zotina T., Bondareva L. Accumulation and release of ²⁴¹Am by a macrophyte of the Yenisei River (*Eloдея canadensis*). *Journal of Environmental Radioactivity*. 2005. № 81(1). P. 33–46.
- Fowler S. Use of macroalgae as a reference material for pollutant monitoring and specimen banking // *Monitoring Environmental Materials and Specimen Banking* / ed. N.-P. Luepke. 1979. P. 247–261.
- Nonova T., Tosheva Z. Cesium and strontium in Black Sea macroalgae // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2014. № 129. P. 48–56.
- Phillips D. Macrophytes as biomonitors of trace metals // *Biomonitoring of Coastal Waters and Estuaries* / ed. K.J.M. Kramer. 1994. P. 85–103.
- Strezov A., Nonova T. Influence of macroalgal diversity on accumulation of radionuclides and heavy metals in Bulgarian Black Sea ecosystems // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2009. № 100. P. 144–150.

БАКТЕРИОПЛАНКТОН И ФАКТОРЫ СРЕДЫ ВЫСОКОШИРОТНЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В АПРЕЛЕ 2016 г.

Т.И. Широколова, М.П. Венгер, А.П. Жичкин, И.А. Пастухов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
shirokolobova@mmbi.info

Несмотря на давнюю и богатую историю микробиологических исследований Баренцева моря, бактериопланктон его высокоширотных акваторий изучен слабо. В частности, на северо-востоке моря наблюдения проводились лишь в летний [Miiller-Niklas, Herndl, 1996; Мишустина и др., 1997; Венгер, 2011] и осенний [Саввичев и др., 2000] периоды. Дополнить существующий материал призваны данные, полученные нами в этой части моря весной.

В ходе рейса на НИС «Дальние Зеленцы» (13–25 апреля 2016 г.) на участке широтной ориентации с координатами 34–64° в.д. и 76–79° с.ш. изучали состав и распределение бактериопланктона, а также характеристики среды его обитания. Материалом к работе послужили пробы воды на микроскопический анализ, отобранные батометрами Нискина со стандартных горизонтов семи станций. Дополнительно привлекались результаты измерений термохалинных показателей (табл. 1) и концентраций растворенного кислорода (по Винклеру).

Определение количественных показателей бактериопланктона проводили методом эпифлуоресцентной микроскопии с использованием красителя DAPI [Porter, Feig, 1980].

Полученные результаты обрабатывались с использованием стандартного пакета программ Microsoft Excel, метода ранговой корреляции Спирмена (r_s) и U-критерия Манна – Уитни при $p < 0,05$.

Апрель является одним из наиболее ледовитых месяцев года, когда площадь дрейфующих льдов составляет 95–97 % от всей площади льдов Баренцева моря [Гидрометеорология ... 1990]. Его ледовитость в 2016 г. была на 33 % ниже нормы [Ледовая ... 2016]. Анализ сформированной в ММБИ электронной базы данных показал, что кромка льда в апреле занимала наиболее северное положение за последние сорок лет. В границах выполняемых нами наблюдений чаще всего фиксировали дрейфующие скопления мелкобитого льда. Температура воздуха не поднималась до положительных значений (диапазон составлял от –0,81 до –8,65 °С). Термохалинные характеристики указывали на присутствие в районе отбора проб как полярных (с температурами до –1,49... –1,84 °С), так и атлантических (до +1,93... +2,13 °С) водных масс (ВМ), проникающих сюда с юго-запада с Нордкапским течением и с севера вдоль желобов Франц-Виктория и Св. Анны. Холодные воды занимали большую часть водной толщи станций 27, 32, 38 и 44. Более теплые выявлены на самой западной станции 17 и в слоях, расположенных глубже 20 и 85 м на станциях 22 и 51 соответственно. Конвективное перемешивание подо льдом [Гидрометеорология ... 1990] определило относительно выровненное вертикальное распределение температуры и солености на большей части исследуемой акватории. Лишь на ее восточной окраине (станция 51), в слое 60–100 м, наблюдался ярко выраженный пикноклин. Зона активного распреснения на момент съемки еще не сформировалась. Соленость поверхностного слоя изменялась от 34,45 до 34,89 ‰, что могло свидетельствовать как о таянии льда, так и его образовании, присущем окончанию зимнего гидрологического сезона.

О зимней гидрохимической обстановке в пелагиали свидетельствовали и результаты определений растворенного кислорода. Его абсолютные показатели при «цветении» фитопланктона в зоне дрейфующего льда увеличиваются до 9,3 мл/л [Нурина, 1965] при относительном содержании 110–112 % [Гидрометеорология ... 1992]. В наших измерениях в слое 0–25 м зафиксированы более низкие значения концентраций: 7,2–7,5 мл/л – в атлантических водах самой западной станции и 7,6–8,2 мл/л – в полярных водах восточнее расположенных станций. Степень насыщения верхней части водного слоя не превышала 100 % и в отсутствие фотосинтеза определялась физическими и гидродинамическими процессами [Жизнь ... 1985].

Численность бактериопланктона в апрельских пробах изменялась от 0,12 до 0,32 (среднее $0,19 \pm 0,01$) млн кл/мл, биомасса – от 3,98 до 18,20 ($7,91 \pm 0,87$) мг/м³ при диапазоне средних клеточных объемов $0,021–0,070$ ($0,042 \pm 0,002$) мкм³.

Распределялись бактериальные сообщества в водной толще относительно равномерно. Их основные количественные показатели в поверхностных и придонных водах достоверно не различались. На станциях средние значения численности варьировали от 0,15 до 0,24 млн кл/мл, средние значения биомассы – от 6,20 до 11,13 мг/м³.

В отсутствие корреляции между гидрологическими и бактериальными параметрами структурные характеристики микробных сообществ в полярных водах ($0,18 \pm 0,01$ млн кл/мл и $8,44 \pm 0,84$ мг/м³) не отличались от таковых в атлантических ($0,20 \pm 0,01$ млн кл/мл и $7,13 \pm 0,48$ мг/м³). В том и другом случае массово представленные формы бактерий имели вид одиночных, неприкрепленных клеток диаметром и длиной < 2 мкм. Основу общей численности и биомассы в этой размерной группе формировали ультрамикрорганизмы объемом $\leq 0,04$ мкм³.

Сравнение с данными опубликованных работ показало, что диапазоны численности бактериопланктона в наших наблюдениях были существенно ниже отмечаемых в начале полярной ночи в водах Нордкапского течения на разрезе «Кольский меридиан» ($0,35–0,70 \times 10^6$ кл/мл) [Широколобова и др., 2016] и летом при цветении фитопланктона в зоне дрейфующих льдов ($0,41–4,1 \times 10^6$ кл/мл) [Howard-Jones et al., 2002]. На разных этапах цветения при таянии льдов во внутренних водах архипелага ЗФИ регистрировали разброс значений от 2,1 до 5,8 (среднее 3,6) $\times 10^5$ кл/мл [Miiller-Niklas, Herndl, 1996].

Исследования, проводимые на северо-востоке моря в августе, свидетельствовали, что в 1984 г. на широтном разрезе вдоль 77° с.ш. численность находилась в пределах $0,13–0,69$ (среднее $0,39 \pm 0,03$) млн кл/мл. Скопление бактерий отмечено в поверхностных водах, их равномерное распределение – в нижележащих слоях [Мишустина и др., 1997]. В 2009 г. в отрытой части шельфа, у архипелага Земля Франца Иосифа, концентрация бактериопланктона в фотическом слое изменялась от 0,7 до 1,0 (среднее 0,8) $\times 10^6$ кл/мл [Венгер, 2011].

ДАННЫЕ STD-ЗОНДИРОВАНИЯ (T, °C – ТЕМПЕРАТУРА; S, ‰ – СОЛЕНОСТЬ),
ПОЛУЧЕННЫЕ НА СТАНЦИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В АПРЕЛЕ 2016 г.

Станция	Дата	Координаты		Глубина, м	Горизонт, м	T, °C	S, ‰
		с.ш.	в.д.				
17	13.04	76°26'	34°33'	247	1	0,86	34,66
					10	1,49	34,82
					25	1,76	34,88
					50	1,79	34,89
					100	1,80	34,89
					200	1,88	34,90
					235	2,13	34,97
22	14.04	76°11'	38°56'	252	1	-1,20	34,54
					10	-1,17	34,54
					25	0,39	34,75
					50	1,34	34,85
					100	1,84	34,90
					200	1,69	34,90
					240	1,93	34,97
27	16.04	78°12'	43°56'	281	1	-1,24	34,70
					10	-1,26	34,74
					25	-1,24	34,74
					50	-1,21	34,76
					100	-0,79	34,81
					200	0,51	34,95
					270	0,36	34,96
32	17.04	78°09'	49°04'	300	1	-1,48	34,75
					10	-1,15	34,77
					25	-0,83	34,83
					50	-0,64	34,86
					100	-0,58	34,88
					200	-0,67	34,88
					280	-0,25	34,91
38	20.04	78°31'	54°03'	300	1	-1,83	34,75
					10	-1,84	34,75
					25	-1,81	34,76
					50	-1,76	34,78
					100	-1,68	34,79
					200	-0,66	34,87
					280	-0,05	34,92
44	21.04	78°57'	59°00'	260	1	-1,83	34,64
					10	-1,83	34,65
					25	-1,82	34,72
					50	-1,81	34,75
					100	-1,78	34,79
					200	-1,01	34,85
					230	-0,62	34,88
51	25.04	79°15'	64°11'	300	1	-1,68	34,45
					10	-1,67	34,45
					25	-1,61	34,46
					50	-1,49	34,47
					100	1,54	34,83
					200	1,58	34,89
					280	0,56	34,84

К сентябрю – октябрю значения основных показателей снижались и в северных районах (между арх. ЗФИ и о. Виктория) соответствовали диапазону 10–240 (среднее 67,1) $\times 10^3$ кл/мл и 2,1–50,4 (среднее 14,2) мкг/л (мг/м³). Максимальная численность на большинстве станций обнаружена в поверхностных и придонных слоях [Саввичев и др., 2000].

Таким образом, анализ абиотических факторов позволил установить, что исследования бактериопланктона на северо-востоке Баренцева моря в апреле 2016 г. выполнялись в период окончания гидрологической зимы. В отсутствие активных процессов фотосинтеза уровень развития бактериальных сообществ являлся незначительным. Выявленное нами обилие было ниже, чем в центральной части моря в начале гидрологической зимы, и выше, чем в самых северных его акваториях в аналогичный сезон. Особенности пространственного распределения основных количественных показателей бактериопланктона могли свидетельствовать о том, что в апреле воды разного генезиса не различались содержанием органического вещества и процессами функционирования их микробных сообществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Венгер М.П. Бактериопланктон северо-восточной части Баренцева моря // Вестник ЮНЦ РАН. 2011. Т. 7. № 4. С. 55–60.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. I. Баренцево море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 280 с.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. I. Баренцево море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. Л.: Гидрометеоиздат, 1992. 182 с.
- Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1985. 220 с.
- Ледовая обстановка на российских морях в апреле 2016 г. М.: Гидрометцентр России, 2016. URL: <http://www.meteoinfo.ru/news/1-2009-10-01-09-03-06/12582-05052016-2016> (дата обращения: 20.03.2017).
- Мишустина И.Е., Байтаз О.Н., Москвина М.И. Бактериопланктон Баренцева моря. Исследования 1983–1993 гг. // Планктон морей Западной Арктики. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. С. 7–50.
- Норина А.М. Гидрохимическая характеристика северной части Баренцева моря // Тр. ГОИН. М.: Гидрометеоиздат, 1965. Вып. 83. С. 243–271.
- Саввичев А.С., Русанов И.И., Пименов Н.В. и др. Микробиологические исследования северной части Баренцева моря в начале зимнего сезона // Микробиология. 2000. Т. 69. № 6. С. 819–830.
- Широколобова Т.И., Жичкин А.П., Венгер М.П. и др. Бактерии и вирусы свободной ото льда акватории Баренцева моря в период наступления полярной ночи // Докл. АН. 2016. Т. 469. № 3. С. 383–387.
- Howard-Jones M.H, Ballard V.D., Allen A.E. et al. Distribution of bacterial biomass and activity in the marginal ice zone of the central Barents Sea during summer // J. Mar. Syst. 2002. Vol. 38. P. 77–91.
- Miiller-Niklas G., Herndl G.J. Dynamics of bacterioplankton during a phytoplankton bloom in the high Arctic waters of the Franz-Joseph Land archipelago // Aquat Microb Ecol. 1996. Vol. 11. P. 111–118.
- Porter K.G., Feig Y.S. The use DAPI for identifying and counting of aquatic microflora // Limnol. Oceanogr. 1980. Vol. 25. № 5. P. 943–948.

ГЛУБОКОВОДНАЯ ДИНАМИКА ЧЁРНОГО МОРЯ: ИЗМЕРЕНИЯ И АНАЛИЗ

А.В. Багаев, Н.В. Маркова, Т.В. Пластун

Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь
a.bagaev1984@gmail.com

Глубоководные течения Чёрного моря имеют средние скорости порядка 2–5 см/с и заметную изменчивость. Работ по анализу прямых измерений глубоководных течений Чёрного моря немного. Например, в [Богуславский и др., 2001] по данным 106 АБС установлено, что значения модуля мгновенной скорости на некоторых глубоководных станциях достигали 10–11 см/с. В работе [Латун, 1992] на основании обработки результатов измерения температуры и солёности в 1990–1991 гг. было показано, что под глубокими антициклоническими вихрями возможно существование ячеек обратной циркуляции, а прямые измерения скорости течений служили подтверждением этой теории. В исследовании [Еремеев, Кушнир, 1996] на основе данных экспедиций COMSBLACK в 1992 и 1993 гг. – преимущественно в северо-западной части моря – авторы показали слоистость поля течений по вертикали в период наблюдений. Анализ экспедиционных данных полезен для понимания фундаментальной физики процессов, происходящих ниже основного пикноклина Чёрного моря.

Сейчас производимых экспедиционных работ по исследованию глубоководной циркуляции крайне мало. Поэтому собранный за много лет в БОД МГИ экспедиционный материал остается уникальным источником информации. Он содержит измерения течений в 1033 точках. Для комплексного изучения многолетних прямых измерений глубоководных течений эти данные ранее не использовались. Кроме того, архивная информация БОД МГИ была дополнена новыми данными измерений, выполненными при помощи современных зондов ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). Полученный массив может быть использован для верификации результатов численного моделирования, например [Архипкин и др., 2013; Демьшев и др., 2016; Лукьянова и др., 2016], и сравнения с другими оценками субпикноклинной черноморской циркуляции [Островский и др., 2013; Маркова, Багаев, 2016].

С целью исследования глубоководной циркуляции (под основным пикноклином) Чёрного моря произведена выборка из БОД МГИ [Пластун, 2005] измерений течений на горизонтах 500 м и ниже. Массив содержит ретроспективные данные о годе, месяце, широте, долготе, горизонте, скорости и направлении течений. Всего – более 40 тыс. измерений на 25 станциях, выполненных в 1960, 1975, 1988, 1991 и 1992 и 2016 гг. Кроме того, чтобы оценить, насколько соответствует субпикноклинная циркуляция поверхностной, дополнительно был рассмотрен массив измерений на верхнем горизонте.

По результатам статистической обработки получен массив данных 25 глубоководных станций в акватории Чёрного моря, выборка включала стандартные горизонты измерений 5/10/15 м (глубина варьировала в зависимости от станции – «поверхностный»), 500, 750 и 1000 м. Измерения были выполнены преимущественно в центральной части моря к югу от Крымского п-ова. Наибольшее количество измерений (около 35 000) выполнено на горизонте 500 м, на горизонте 750 м измерений немногим более 3000, а на горизонте 1000 м – около 5000 измерений.

Анализ данных измерений течений на глубоководных станциях вблизи поверхности и на горизонтах 500, 750 и 1000 м показал вертикальную и горизонтальную неоднородность поля скорости. Для оценки параметров течений было проведено межгодовое осреднение натуральных данных. На каждой станции и на каждом из горизонтов рассчитывались медиана и третий квартиль величины скорости и преобладающее направление течений внутри него. При использовании третьего квартиля выборки исключались из рассмотрения максимальные по величине 25 % векторов скорости, что позволило отфильтровать экстремаль-

но высокие значения («выбросы») и получить более информативную, менее завышенную оценку модуля скорости течений. Были построены и проанализированы диаграммы направлений и абсолютной величины для третьего квартиля скорости. Установлено, что направление циркуляции с глубиной может изменяться на противоположное. Интересной особенностью течений на нескольких станциях является низкая повторяемость направления, возможно свидетельствующая о локализации этих станций в зоне глубоководной вихревой активности.

Было установлено, что даже с учетом фильтрации 25 % максимальных значений, абсолютные величины скорости течений на поверхности достигают 38 см/с, на глубине 500 м – 45 см/с, на 750 м – 13 см/с, на 1000 м – 15 см/с. Медианные значения для разных станций находились в следующих диапазонах: у поверхности – 11–52 см/с (в среднем по горизонту 26 см/с), на глубине 500 м – 1,5–35 см/с (в среднем 23,8 см/с), на горизонте 750 м – 2,7–11,6 см/с (в среднем 12 см/с) и на 1000 м – 2–12 см/с (в среднем 7 см/с). Таким образом, величины как мгновенных, так и осредненных скоростей, для достаточно большого количества станций, где проводились прямые измерения скорости течений, оказываются выше, чем это представлялось ранее. На отдельных станциях получено значительное (в 2 и более раз) усиление скорости течений от поверхности до максимальной глубины измерения.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ 16-05-00264.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Архипкин В.С., Косарев А.Н., Гиппиус Ф.Н., Мигали Д.И. Сезонная изменчивость климатических полей температуры, солёности и циркуляции вод Чёрного и Каспийского морей // Вестник Московского университета. Серия 5: География. М.: Изд-во Московского университета, 2013. № 5. С. 33–44.

Богуславский С.Г., Букатов А.Е., Козаков С.И. Особенности поля скорости и вертикального обмена в Чёрном море // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: Изд-во МГИ НАНУ, 2001. С. 62–71.

Демьшев С.Г., Дымова О.А., Маркова Н.В., Пиотух В.Б. Численные эксперименты по реконструкции глубинных течений в Чёрном море // Морской гидрофизический журнал. Севастополь: Изд-во МГИ РАН, 2016. № 2. С. 38–52.

Еремеев В.Н., Кушнир В.М. Слоистая структура течений и вертикальный обмен в Чёрном море // Океанология. 1996. Т. 36. № 1. С. 13–19.

Латун В.С. Гидрофизические и гидрохимические исследования Чёрного моря // Сб. науч. тр. НАН Украины. Севастополь: Изд-во МГИ НАНУ, 1992. С. 92–94.

Лукиянова А.Н., Багаев А.В., Пластун Т.В., Маркова Н.В., Залесный В.Б., Иванов В.А. Исследование глубоководной циркуляции Чёрного моря по результатам численного моделирования и натурным данным: Численные эксперименты на основе модели ИВМ РАН и сравнение с данными Банка данных МГИ РАН // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. Вып. 3. Севастополь: Изд-во МГИ РАН, 2016. С. 9–14.

Маркова Н.В., Багаев А.В. Оценка скоростей глубоководных течений в Чёрном море по данным дрейфующих бுவ-профилемеров Argo // Морской гидрофизический журнал. Севастополь: Изд-во МГИ РАН, 2016. № 3. С. 26–38.

Островский А.Г., Зацепин А.Г., Соловьев В.А., Цибульский А.Л., Швоев Д.А. Автономный мобильный аппаратно-программный комплекс вертикального зондирования морской среды на заякоренной буйковой станции // Океанология. 2013. Т. 53. № 2. С. 1–10.

Пластун Т.В. База данных течений банка данных МГИ НАНУ // Современное состояние экосистем Чёрного и Азовского морей (Крым, Донузлав, 13–16 сент. 2005 г.). Севастополь: Изд-во НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2005. С. 153–154.

ДОННЫЕ СООБЩЕСТВА ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА ЛЕТОМ 2017 г.

С.В. Бирюкова^{1,3}, Н.И. Булышева^{2,3}, А.И. Савикин², В.Л. Семин²

¹Азовский филиал Мурманского морского биологического института КНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

²Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

³Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
bulysheva@ssc-ras.ru

Изменения природно-климатических условий, наблюдаемые в последние десятилетия на юге России, не могли не оказать влияния на экосистему Азовского моря, включая Таганрогский залив. Эвтрофирование, проникновение соленых вод в те акватории, которые ранее были пресноводными (кутовая часть Таганрогского залива, дельта Дона), абразионные процессы в береговой зоне, деформация дельты Дона, экстремальные сгонно-нагонные явления, интенсификация транспортных потоков и ГТС, неконтролируемая рекреационная нагрузка негативно влияют на биоту Таганрогского залива, включая зообентос [Матишов и др., 2016; 2017].

Изучение сообществ донных беспозвоночных Таганрогского залива было начато еще в 1933 г. и ведется по настоящее время. Состав и видовая структура зообентоса залива в различные периоды претерпевали изменения в зависимости от воздействия факторов среды, среди которых наиболее значимыми являются объем речного стока, адвекция морских соленых вод, кислородный режим и состояние донных осадков [Мордухай-Болтовской, 1939; Воробьев, 1949; Азовское море, 1991; Шохин, 2005; Шохин и др., 2006].

В настоящее время отмечается осолонение Азовского моря и Таганрогского залива, повлекшее трансформацию донных сообществ. Изменение гидролого-гидрохимического режима на фоне возрастающего антропогенного воздействия обуславливает необходимость проведения мониторинговых исследований на стадии планирования любой хозяйственной деятельности на акватории залива. Следует учесть, что современное экологическое управление прибрежными и морскими зонами построено, в основном, на ограничениях деятельности природопользователей [Латун, 2005]. Эта концепция уже сейчас малоэффективна и противоречит естественной тенденции развития прибрежных природно-социальных комплексов. Реальной основой для разработки альтернативного экологического подхода к управлению прибрежными зонами является всестороннее исследование природных и техногенных процессов, сопровождающих хозяйственную деятельность.

В начале июня 2017 г. была проведена оценка состояния донных сообществ Таганрогского залива. Отбор проб осуществлялся с борта НИС «Профессор Панов» дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,034 м² в 3-кратной повторности (рис. 1). Отобранный биологический материал промывался через бентосный мешок с размером ячеек 0,5 мм. Фиксация проб проводилась 4 %-ным раствором формалина в пластиковых контейнерах с герметично закрывающейся крышкой [Руководство ... 1983]. Обработка проб проводилась в камеральных условиях.

В период отбора проб видовой состав зообентоса на обследованной акватории был крайне обеднен. Всего отмечено 14 таксонов макрозообентоса разного порядка: Nematoda – 1, Oligochaeta – 1, Hirudinea – 1, Polychaeta – 5, Crustacea – 4, Insecta – 1, Bivalvia – 1. В пробах отсутствуют брюхоногие моллюски. Количество таксонов по станциям колебалось от 3 (ст. 2) до 12 (ст. 1).



Рис. 1. Карта-схема отбора проб

Анализ материала показал, что наибольший процент частоты встречаемости (100 %) зафиксирован для представителей Oligochaeta, обладающих высокой экологической валентностью, позволяющей им существовать в широком диапазоне факторов среды, и недавнего вселенца в экосистему Азовского моря – полихету *Marenzelleria neglecta* (Sikorski et Bick, 2004). Выявлено, что к настоящему времени новый вид не только интегрировался в экосистему Таганрогского залива, но и стал одним из наиболее распространенных и многочисленных среди зообентоса. К настоящему времени встречаемость маренцеллерий составляет 90–100 % в разных съемках, на ряде станций этот вид является доминантом по численности и биомассе. Межгодовая динамика количественных характеристик составила более одного порядка: в 2014 г. максимальная численность составила 411 экз./м², биомасса – 1,1 г/м²; в 2015 г. – уже 6823 экз./м² и 31,2 г/м² [Семенов и др., 2016а, б]. По результатам данной съемки максимальная численность – 13 882 экз./м², биомасса – 35,3 г/м².

Третьим по встречаемости таксоном были личинки семейства Chironomidae (83 %).

Наибольшая численность зообентоса отмечена на станции № 15 за счет преобладания в пробе мелких особей олигохет (82,6 % от общей численности). На ст. 24 и 26 высокие показатели численности обусловлены наличием в пробах большого количества *M. neglecta* (75,1 и 79,8 % соответственно) (рис. 2).

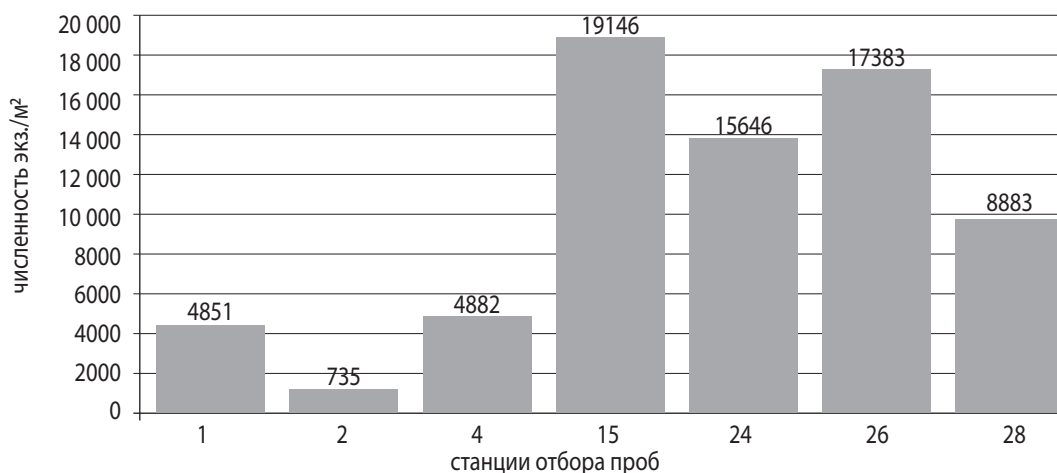


Рис. 2. Численность зообентоса по станциям

Наибольшие показатели биомассы отмечены на ст. 26. Основной вклад (49,8 %) приходится на двусторчатых моллюсков *Monodacna colorata* (Eichwald, 1829) (рис. 3). В период с 2008 по 2015 г. в пробах из Таганрогского залива эти моллюски практически не встречались. По результатам съемок 2016–2017 гг. численность данного вида постепенно возрастает.

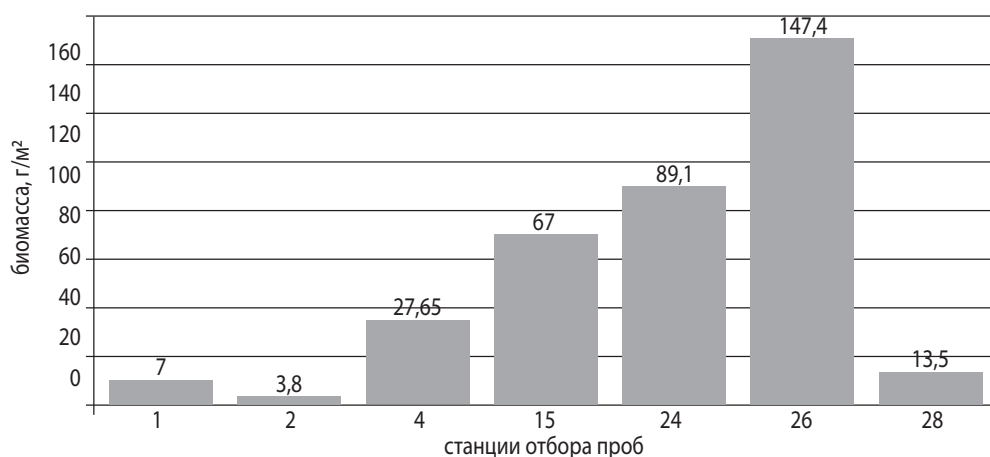


Рис. 3. Биомасса зообентоса по станциям

Наименьшие показатели биомассы, как и численности, отмечены на ст. 2, где донные осадки представлены пелитовыми илами с признаками сероводородного заражения, что, вероятно, и обуславливает низкие показатели зообентоса.

На долю *M. neglecta* приходится от 50 до 73 % биомассы на всех станциях, кроме ст. 24.

На ст. № 24 основной вклад в биомассу вносят личинки и куколки Chironomidae (49,5 %). На долю *M. neglecta* приходится 41,6 %.

По уровню развития макрозообентоса в водоеме его можно оценивать с точки зрения потенциальной рыбопродуктивности, которая зависит от количества доступного для рыб-бентофагов корма. Количественный уровень кормности водоемов для рыб определяется по рыбохозяйственной шкале, разработанной сотрудниками ГосНИОРХ [Пидгайко и др., 1968]. Согласно этой шкале, к малокормным относятся водоемы, биомасса зообентоса в которых составляет менее 3 г/м², к средnekормным – 3,1–5 г/м², выше средней кормности – 5,1–8 г/м², высококормным – 8,1–15 г/м² и весьма высококормным – более 15 г/м². Таким образом, район, к которому приурочена ст. № 2, относится к средnekормным, ст. № 1 – выше средней кормности, остальные районы отбора проб относятся к высококормным и весьма высококормным.

В целом зообентос обследованного участка характеризуется низким таксономическим разнообразием, но высокими количественными показателями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Воробьев В.П. Бентос Азовского моря // Тр. АзЧерНИРО, 1949. Вып. 13. 195 с.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. V. Азовское море. СПб.: Гидрометиздат, 1991. 235 с.
- Латун В.В. Влияние функционирования судоходных каналов на экосистему Таганрогского залива: дис. ... к. б. н. Ростов н/Д, 2005. 2007 с.
- Матишов Г.Г., Беспалова Л.А. и др. Азовское море: современные абразионные процессы и проблемы берегозащиты // Доклады Академии наук. 2016. Т. 471. № 4. С. 483–486.
- Матишов Г.Г., Григоренко К.С., Московец А.Ю. Механизмы осолонения Таганрогского залива в условиях экстремально низкого стока Дона // Наука Юга России. 2017. Т. 13. № 1. С. 35–43.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. О годовых изменениях в бентосе Таганрогского залива // Зоол. журнал. 1939. Т. 18, Вып. 6. С. 989–1009.
- Пидгайко М.П., Александров Б.М. и др. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-запада // Изв. ГосНИОРХ. Л., 1968. Т. 68. С. 205–228.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеоздат, 1983. 239 с.
- Сёмин В.Л., Булышева Н.И. и др. Чужеродные виды полихет в донных сообществах азовского моря в начале XXI века // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2016. № 117. С. 1354–1366.
- Сёмин В.Л., Сикорский А.В. и др. Вселение представителей рода *Marenzelleria* Mesnil, 1896 (Polychaeta: Spionidae) в дельту Дона и Таганрогский залив // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 1. С. 174–181.
- Шохин И.В. Особенности зоогеографического районирования Таганрогского залива Азовского моря // Экология моря. 2005. Вып. 69. С. 67–72.
- Шохин И.В., Набоженко М.В. и др. Современное состояние и закономерности распределения донных сообществ Таганрогского залива // Океанология. 2006. Т. 46. № 3. С. 432–441.

КАЧЕСТВО РЕЧНЫХ ВОД И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ВОДНУЮ СРЕДУ БАРЕНЦЕВА И БЕЛОГО МОРЕЙ

А.С. Булавина

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
bulavina@mmbi.info

Речной сток является одним из наиболее доступных видов водных ресурсов, но и одним из наиболее уязвимых. Качество речных вод не может не сказываться на состоянии морских экосистем, служащих конечным приемником приносимых с суши загрязняющих веществ. В связи с увеличивающейся антропогенной нагрузкой на внутренние воды и окраинные моря проблема загрязняющего воздействия речного стока на морские экосистемы в настоящее время является весьма актуальной.

Целью настоящей работы является оценка степени загрязненности речных вод, поступающих в Баренцево и Белое моря, и установление их влияния на морскую водную среду. Были проанализированы официальные данные о водопользовании [<http://voda.mnr.gov.ru>] и состоянии водных ресурсов на водосборе Баренцева и Белого морей за 2011–2015 гг. [Ежегодники ... 2012–2016], а также данные о качестве морских вод по гидрохимическим показателям [Комплексные ... 2007; Ежегодники ... 2003–2015].

Основными источниками загрязнения поверхностных вод являются коммунально-бытовые предприятия и промышленность. В условиях постоянно ужесточающихся требований к охране окружающей среды объемы сбросов сточных вод без очистки сокращаются [Государственный ... 2016]. Тем не менее существующие очистные сооружения не всегда способны провести качественную очистку сточных вод (рис. 1).

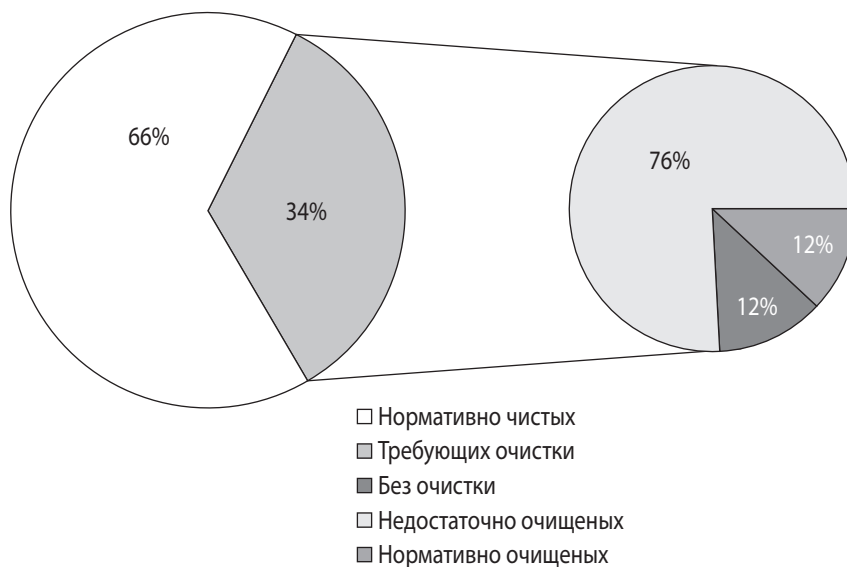


Рис. 1

*Сброс сточных вод различной степени очистки
в поверхностные водные объекты Баренцево-Беломорского бассейна*

Наиболее распространенными загрязняющими веществами, попадающими в реки водосбора Баренцева и Белого морей, являются соединения никеля, меди, железа, молибдена, марганец, ртуть, алюминий, дитиофосфат крезильовый, аммонийный и нитритный азот, органические вещества (по БПК₅ и ХПК).

Превышение ПДК некоторых веществ в речных водах может быть объяснено их вымыванием из слагающих горных пород. Характерной особенностью водных объектов региона является присутствие в природных незагрязненных водах ионов металлов, таких как медь, железо, марганец, а также фенолов. Природные повышенные концентрации металлов в водных объектах, не находящихся под влиянием промышленных стоков, наблюдаются в меженные периоды, когда питание осуществляется преимущественно грунтовыми водами [Доклады ... 1998–2016].

Анализ превышений ПДК загрязняющих веществ в реках региона показал, что большинство рек загрязнено по единичным ингредиентам. Чаще всего загрязнение рек региона связано с превышением ПДК железа и меди. Это связано как с фоновыми концентрациями данных элементов в воде, так и с влиянием промышленности (в первую очередь горнодобывающей). Фоновыми можно считать концентрации меди, превышающие ПДК в 2–8 раз и концентрации железа на уровне 4 ПДК, наблюдаемые на реках, удаленных от «грязных» производств и мест добычи полезных ископаемых. В то же время в водах рек, испытывающих сильное антропогенное влияние, концентрации железа могут достигать 14 ПДК (р. Вирма), меди – 60 ПДК (р. Ньюдауй) [Ежегодники ... 2012–2016].

Самые загрязненные реки региона расположены на Кольском полуострове. Это небольшие реки, являющиеся местами сбросов промышленных и коммунально-бытовых сточных вод с различных предприятий г. Мурманск. Это р. Ньюдауй, Хауки-лампи-йоки, Можель, Роста, Белая, ручей Варничный. Они являются экстремально грязными по комплексу ингредиентов и показателей качества воды.

Качество воды в крупных реках региона ухудшается в связи с активным водопользованием. Воды большинства крупных рек по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) характеризуются как загрязненные и сильно загрязненные.

Воды Белого и Баренцева морей получают с речным стоком большое количество загрязняющих веществ, что не может не сказываться на качестве морской среды. Загрязнители распространяются от устьев рек в сторону открытого моря постепенно, испытывая разбавление и депонирование. До 90–95 % взвешенных форм элементов и от 5–10 до 80 % (для разных элементов) их растворенных форм осаждаются в устьях рек и в конусах выноса, то есть в зонах маргинальных фильтров [Лисицын, 1977]. Таким образом, воздействие загрязняющих веществ на экосистемы моря убывает в направлении морской акватории. Однако депонированные вещества могут повторно попадать в воду при высвобождении их из грунта под действием приливных течений или сильного ветрового волнения.

Зоны смешения речных и морских вод являются наиболее биологически продуктивными, отличаются особым видовым разнообразием ввиду большого разнообразия условий среды. Зачастую именно на побережьях располагаются особо охраняемые природные территории. Вместе с тем прибрежные морские акватории являются наиболее важными с хозяйственной точки зрения участками моря. На побережье располагается множество населенных пунктов, портов, объектов марикультуры, что создает дополнительную антропогенную нагрузку на прибрежные акватории. Депонирование в прибрежных водах загрязнителей, поступающих с речным стоком, береговая эрозия и активная хозяйственная деятельность на побережье могут стать причиной высоких концентраций загрязняющих веществ в прибрежных районах и в заливах.

В настоящее время ощущается острая нехватка данных о качестве вод Белого и Баренцева морей по гидрохимическим показателям. Количество станций мониторинга морской среды в этих морях крайне мало, и если в Белом море число станций оставалось малым, но неизменным, на протяжении последних 7 лет, то в Баренцевом море оно значительно сократилось за последние годы [Ежегодники ... 2003–2015]. К наиболее исследованным районам относятся Кольский залив Баренцева моря, Двинский и Кандалакшский заливы Белого моря. Учитывая малое количество станций и малое количество измерений, осреднение и последующая оценка уровня загрязнения морских вод за границами указанных заливов в предыдущие годы проводились в пределах довольно обширных акваторий [Комплексные ... 2007; Ежегодники ... 2003–2015]. Такой подход представляется недостаточно информативным, хотя и оправданным в условиях дефицита натуральных данных. Также становится недоступным один из основных методов установления закономерностей – картографирование вод заливов и открытой акватории морей по уровню загрязнения.

Ввиду недостатка натуральных данных о качестве морских вод, находят применение подходы, основанные на анализе данных об антропогенной нагрузке на водосборы и качестве речных вод. Согласно работе [Кадашова, 2011], состояние вод отдельных акваторий Белого моря по уровню загрязнения может быть оценено как критическое. Толстиков и Чернов [2014] отмечают, что антропогенное воздействие на Белое море и его последствия для экологического состояния водоема значительны, однако экосистемы моря не претерпели катастрофических изменений за многолетний период. Наиболее сильное воздействие оказывается в устье р. Северная Двина, в вершине Кандалакшского залива, вдоль Поморского и Зимнего берега. И хотя экосистема моря пока не претерпевает катастрофических изменений, при сохранении существующих тенденций антропогенного влияния в регионе экологическая ситуация будет ухудшаться. Также отмечается ухудшение качества вод Кольского залива Баренцева моря [Матишов и др., 2009].

Основным источником загрязнения для Белого моря принято считать речной сток. Основными потоками загрязненных вод (ЗВ) для Баренцева моря обычно называют их адвекцию из сопредельных морей, а также вынос из губ и заливов, причем загрязнение заливов объясняется не столько речным стоком, сколько деятельностью на побережье и непосредственно на акватории моря. Чтобы оценить вклад непосредственно речного стока в загрязнение морской среды, необходимо сравнить качество речных вод с качеством воды в примыкаю-

щих к устьевым створам акваториях. Такой анализ в рамках данного исследования может быть применен лишь к трем заливам (Кольский, Двинский, Кандалакшский), на акватории которых ежегодно проводится наибольшее количество гидрохимических измерений.

Чтобы определить, каков вклад речных вод в загрязнение морской водной среды, проведем сравнение концентраций отдельных ЗВ в водах рек и заливов (табл. 1).

Таблица 1

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД ЗАЛИВОВ БЕЛОГО И БАРЕНЦЕВА МОРЕЙ И РЕЧНЫХ ВОД ИХ ВОДОСБОРОВ
ПО ОТДЕЛЬНЫМ ИНГРЕДИЕНТАМ В 2015 г. [ЕЖЕГОДНИКИ ... 2003–2015; ЕЖЕГОДНИКИ ... 2012–2016]**

Водный объект	Средняя/максимальная концентрация загрязняющих веществ в воде, мг/л								
	НФПР	Азот			Fe	Cu	Zn	Ni	Mn
		Амм.	Нитрит.	Нитрат.					
Двинский залив	0,002 /0,01	0,004 /0,072	0,001 /0,002	0,034 /0,158	–	–	–	–	–
Реки водосбора Двинского залива	0,01 /0,4	0,17 /3,56	0,007 /0,50	0,1 /2,39	0,31 /1,59	0,004 /0,03	0,02 /0,17	0,004 /0,03	–
Кандалакшский залив	0,015 /0,03	0,04 /0,16	0,0009 /0,002	0,06 /0,32	0,06 /0,1	0,005 /0,007	–	0,003 /0,005	0,01 /0,02
Реки водосбора Кандалакшского залива	0,02 /0,46	0,04 /0,32	0,005 /0,198	0,22 /4,87	0,05 /0,44	0,01 /0,19	0,007 /0,03	0,026 /0,37	0,025/0,18
Кольский залив	0,148 /0,544	0,53 /1,11	–	–	0,06 /0,16	0,005 /0,005	–	0,003 /0,009	0,01 /0,02
Реки водосбора Кольского залива	0,04 /2,19	0,25 /27,1	0,01 /0,19	0,5 /9,1	0,16 /2,3	0,007 /0,19	0,007 /0,15	0,05 /0,69	0,03 /0,28

Достоверно определить концентрацию ЗВ, обусловленную непосредственно речным стоком, по имеющимся данным не представляется возможным. Можно лишь с большой долей вероятности говорить о том, что концентрации отдельных ЗВ в водах заливов, превышающие концентрации этих ЗВ в водах питающих рек, обусловлены либо деятельностью на побережье и акватории, либо воздушным переносом ЗВ. Подобная ситуация наблюдается лишь в Кольском заливе по нефтепродуктам и аммонийному азоту. Повышенные концентрации нефтепродуктов могут быть объяснены работой портовых комплексов, массовым прохождением судов через залив и круглогодичной навигацией. Основным источником аммонийного азота чаще всего являются сточные воды с различных предприятий промышленности. Действительно, в отдельных мелких реках водосбора Кольского залива обнаруживаются высокие концентрации этого ЗВ, но в среднем речные воды не столь сильно загрязнены. В водах залива средняя концентрация аммонийного азота выше, чем его средняя концентрация в речных водах. Кроме рек, поставщиком аммонийного азота могут быть точечные выбросы на побережье залива, а также воздушный перенос.

Предложенная оценка является предварительной, так как не учитывает процессы преобразования химических веществ при преодолении ими барьера «река – море». Вопросы образования различными загрязнителями сложных химических соединений, их разбавление, испарение и депонирование – задачи для дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Государственные доклады о состоянии окружающей среды республики Карелия в 2009–2015 годах. Петро-заводск, 2010–2016.

Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2015 году». М.: НИИ-Природа, 2016. 270 с.

Доклады «Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2012–2015 годы. Архангельск, 2013–2016.

Доклады о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 1997–2015 годах. Мурманск, 1998–2016.

Ежегодники качества морских вод по гидрохимическим показателям. 2003–2015.

Ежегодники качества поверхностных вод Российской Федерации за 2011–2015. Ростов н/Д, 2012–2016.

Кадашова Н.А. Физико-географические аспекты природопользования в Белом море: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2011. 175 с.

Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна (проект подпрограммы «Исследование природы Мирового океана федеральной целевой программы «Мировой океан»). Вып. 2. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. 633 с.

Лисицын А.П. Терригенная седиментация, климатическая зональность и взаимодействие терригенного и биогенного вещества в океане // Литология и полезные ископаемые. 1977. № 6. С. 3–21.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л. Состояние и перспективы развития морского природопользования // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 333–341.

Толстикова А.В., Чернов И.А. Антропогенное воздействие на экологическое состояние Белого моря // Научно-исследовательские публикации. 2014. № 15 (19). С. 19–31.

Федеральное агентство водных ресурсов. URL: <http://voda.mnr.gov.ru> (дата обращения: 12.09.2017).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ СОЛЕННОСТИ В ТАГАНРОГСКОМ ЗАЛИВЕ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕДИЦИЙ НИС «ДЕНЕБ» В 2017 г.

К.С. Григоренко, Е.П. Олейников, В.В. Глинка, А.В. Клещенков

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
Klim_grig@mail.ru

В Азовском море, в условиях климатообусловленной аридизации климата европейской части России, происходят процессы стремительного осолонения [Матишов и др., 2017], эти процессы приводят к деградации пресноводных экосистем приустьевоего взморья Таганрогского залива и проникновению соленых азовоморских вод в системы питьевого водоснабжения г. Азова.

В работе проанализировано положение фронтов солености по результатам экспедиций НИС «Денеб» Южного научного центра РАН в 2016 г. На борту судна смонтирована система непрерывной прокачки забортной воды, из отверстия судового кингстона, в систему вмонтирован термосалинограф SBE-21, который измеряет температуру и соленость воды с дискретностью 10 секунд, также записываются текущее время и координаты судна по данным судовых навигационных систем. На рисунке 1 представлено распределение фронта солености в Таганрогском заливе во время экспедиций НИС «Денеб» с апреля по август 2017 г.

Для Таганрогского залива во время экспедиционного сезона 2017 г. преобладали значения солености от 0 до 12 ‰. Периодически (в апреле и июне) изолиния 13 ‰ располагалась в районе косы Долгой и Белосарайской. Для второй половины лета характерно распреснение большей части залива до значений менее 12 и даже 11 ‰.

Акватория Таганрогского залива чрезвычайно гидродинамически активна, водные массы с разной соленостью могут быть разделены достаточно узким фронтом с резким (на 3 ‰) возрастанием солености, такая ситуация наблюдалась 19 апреля, когда фронт располагался западнее Ейской косы, соленость увеличилась от 10 до 12 ‰, 11 мая – там же, но разброс солености увеличился от 9 до 12 ‰. 18 мая фронт солености переместился на восток, в районе г. Таганрог расположены изолинии 3–6 ‰, а 1–2 ‰ – в районе Павло-Очаковской косы. Воды с соленостью более 1 ‰ проникают в дельту Дона в периоды действия сильных западных ветров, буквально за сутки трансформируя термохалинную структуру предустьевоего взморья Дона. Во время экспедиции 25–30 июля, при движении судна в сторону моря, на запад, граница вод с соленостью 1 ‰ располагалась на несколько километров западнее Павло-Очаковской косы, тогда как через 4 дня, когда поднялся штормовой западный ветер, соленые воды (более 11 ‰) были зафиксированы в районе Ейского лимана, а изолиния 1 ‰ переместилась в район х. Донской.

Во время летних экспедиций (с 17 июня по 7 августа) заметно распреснение части акватории залива между устьем и Павло-Очаковской косой, что, предположительно, связано с попусками Цимлянского гидроузла для поддержания судоходных уровней в Дону во время меженного летнего периода.

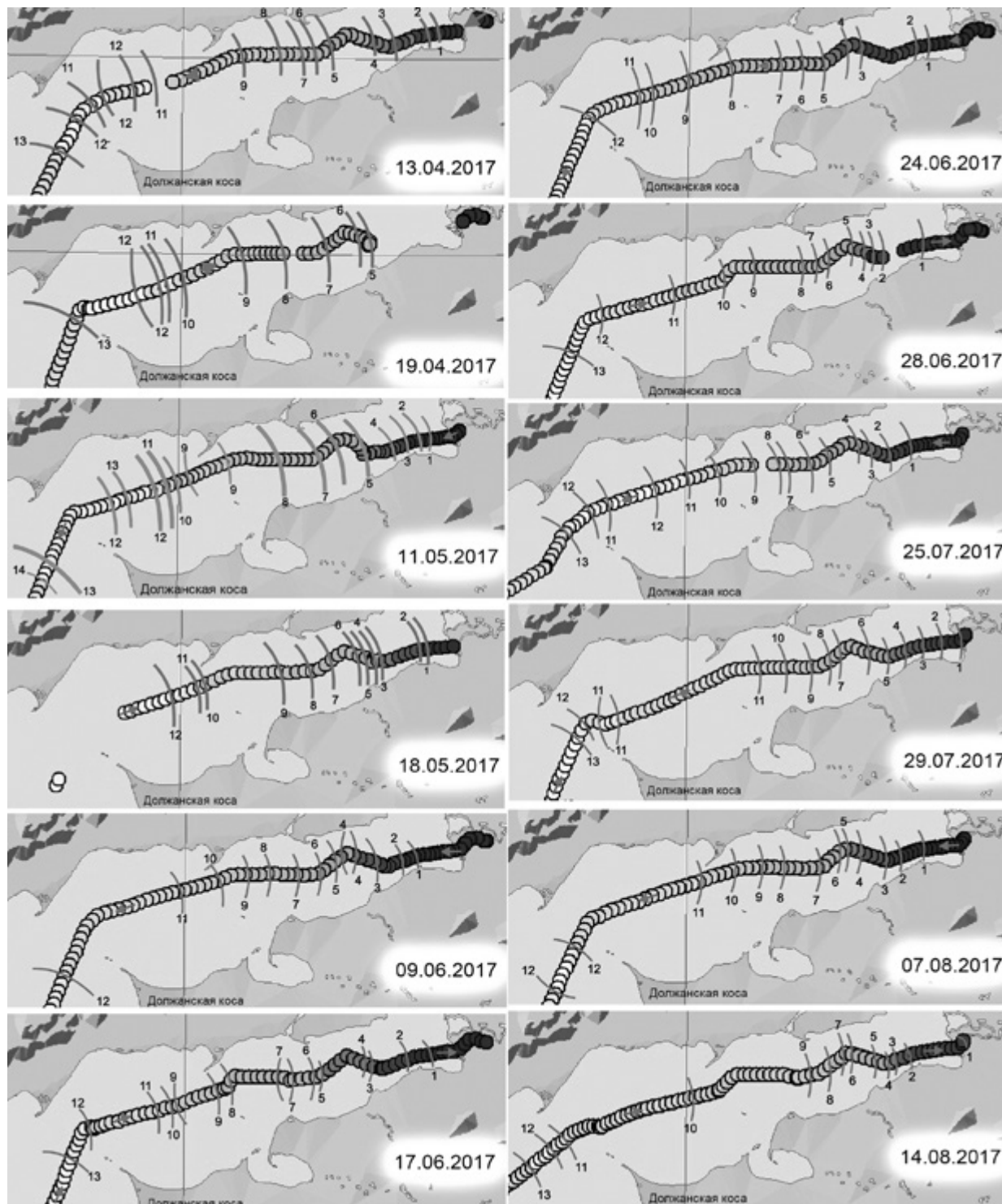


Рис. 1

Положение фронтов солености в Таганрогском заливе по результатам рейсов НИС «Денеб» в 2017 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Матишов Г.Г., Григоренко К.С. Причины осолонения Таганрогского залива // Доклады Академии наук. 2017. Т. 477. № 1. С. 92–96.

ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ НИЖНЕГО ДОНА – ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ БИОИНДИКАТОРЫ, ОБЪЕКТЫ ОПЕРАТИВНОГО БИОМОНИТОРИНГА

А.В. Гудимов

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
alexgud@mail.ru

Современные средства контроля экологического состояния водной среды находятся сегодня в области автоматизированного биомониторинга и биоиндикации, как наиболее надежных и оперативных.

Актуальность оперативного (онлайн) биомониторинга вод растет не только вместе с разнообразием и степенью экологических угроз, но и во многом благодаря компьютеризации всех сфер человеческой деятельности и повсеместному развитию глобальных информационных сетей и мобильной связи. Широкий спектр и комплексные эффекты антропогенных изменений среды делают стандартный химический контроль совершенно недостаточным для оперативного обнаружения биологически опасных явлений. При этом применение традиционного экологического биомониторинга не решает проблемы, т.к. он не обладает оперативностью и обнаруживает изменения в среде с большим опозданием (до нескольких лет) к началу воздействия или изменения условий среды.

В ряде стран существуют экспериментальные разработки систем оперативного контроля качества пресной воды, применяемые в нескольких вариантах. В таких «биологических системах раннего предупреждения» (BEWS) для оперативной диагностики токсически опасных веществ в качестве тест-объектов чаще всего используются двустворчатые моллюски-фильтраторы, зарекомендовавшие себя как чувствительные организмы-биоиндикаторы и хорошие мониторы водной среды. Мониторинг водной среды осуществляется обычно по параметрам поведения (движения створок) и/или кардиоактивности. В РФ такие системы разработаны и внедрены, например, на станциях Водоканала в Москве и Санкт-Петербурге.

Исследование моллюсков как оперативных биоиндикаторов и биосенсоров природных вод является приоритетным направлением развития биомониторинга во всем мире. Однако в водоемах юга РФ, в том числе на р. Дон и Кубань, такие исследования не проводились.

Начальным этапом исследования биоиндикаторов является изучение их адаптационных возможностей и реакций в естественной среде. Фауна и экология двустворчатых моллюсков р. Дон изучена слабо. Для проведения базовых исследований была проведена предварительная оценка фоновое распределения и экологии массовых двустворчатых моллюсков в районе Нижнего Дона, близ пгт. Кагальник (гидропост «Донской»).

Отбор проб на гидропосту «Донской» осуществлялся по двум разрезам, идущим вдоль двух причалов, от берега (перпендикулярно береговой линии) к руслу р. Дон. На каждом разрезе была выполнена тотальная выборка всех моллюсков в полосе шириной 1 м и длиной 12 м. Помимо разрезов принимались во внимание и результаты драгировок 25 и 27.07.2017 в русле р. Дон (Свиное гирло).

На обоих разрезах грунт представлен черным очень мягким вязким илом с налетом песка, и только на поверхности грунта слой 0,5–1 см был желто-коричневым.

В тотальных сборах на разрезах присутствовало только 3 вида двустворчатых моллюсков, определенных как беззубки *Colletopterum piscinale* (Nilsson, 1822), перловицы *Unio pictorum* (L., 1758) (рис. 1) и дрейссены *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771).

У берега до глубины 30 см моллюски не встречались, потом молодь *C. piscinale* и реже *U. pictorum* обнаружены единично (1–2 экз. на м²), до глубины 1 м (максимальной на разрезах). В сборах драгировок на глубинах 2–4 м

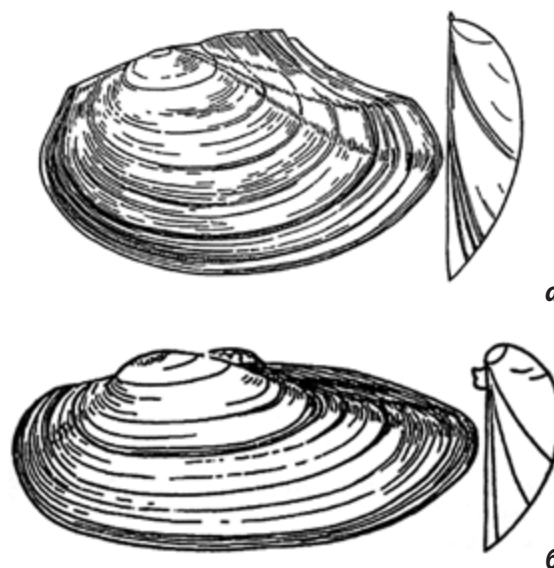


Рис. 1
Двустворчатые моллюски
Colletopterum piscinale (а) и *Unio pictorum* (б)

C. piscinale присутствовал в больших количествах и был представлен в основном крупными (до 10–15 см длиной) экземплярами. Мелкие экземпляры *D. polymorpha* встречались только на опорах причалов и на отдельных камнях вблизи опор.

В целом донная фауна оказалась очень бедна как по разнообразию, так и по обилию видов, несмотря на хорошие трофические условия – обилие органической взвеси.

Поскольку никаких признаков сильного загрязнения грунтов не обнаружено, предполагается (гипотеза), что общая фаунистическая бедность и скудость фауны, и малакофауны в частности, связаны с возникновением неблагоприятных и заморных явлений в закисленных черных грунтах. Очевидно, что такие явления могут возникать из-за периодического осолонения грунтов при затопке соленых вод Таганрогского залива и повышении придонной солености до 1 ‰ и более. Наличие тонкого окисленного слоя на поверхности грунта свидетельствует о кратковременности благоприятных условий, позволяющих развиваться бактерио- и микрофитобентосу, и осуществлять свою жизнедеятельность (дыхание и фильтрацию через короткие сифоны) двустворчатым моллюскам.

Адаптационные способности *C. piscinale* и *U. pictorum*, их высокая резистентность наряду с чувствительностью обеспечивают им выживание в широком диапазоне условий среды и нестабильных условиях, что позволяет рассматривать этих моллюсков как потенциальные биоиндикаторы, подходящие для выполнения оперативного биомониторинга р. Дон.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ВОДАХ р. ДОН И ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

М.С. Милутка, В.Г. Соьер

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
soier@ssc-ras.ru

Фундаментальной основой учения В.И. Вернадского о биосфере является положение о планетарной геологической роли живого и неживого органического вещества [Вернадский, 1965]. Растворенный органический углерод (далее РОУ) – наиболее доступная и надежная оценка растворенного в природных водах органического вещества (далее РОВ). РОУ составляет 50 % от суммарного содержания РОВ с вариацией не более ± 2 % [Скопинцев, 1975]. Оценка содержания РОУ в морских и речных водах необходима для изучения циклов биогеохимического цикла углерода, т.е. комплекса процессов, в ходе которых происходит перенос углерода между различными геохимическими резервуарами.

Сведения о содержании органического углерода в природных водах востребованы, прежде всего, для характеристики трофического состояния водоемов, подтверждаемой также данными по первичной продукции и содержанию биогенных элементов (табл. 1). Динамика концентрации РОУ позволяет изучать режим внутриводоемных процессов и в первую очередь – продукционно-деструкционных.

Таблица 1

КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОЕМОВ ПО ПРОДУКЦИИ [ДАЦЕНКО, 2007]

Олиготрофные	Мезотрофные	Эвтрофные
Суточная продукция фитопланктона, гС/м ²		
0–1,5	1,5–4,5	4,5–7,5
Концентрация органического углерода, мгС/л		
1–2	2–8	8–20
Концентрация нитратного азота, мгN/л		
Менее 0,05	0,05–0,5	0,5–1,5
Концентрация фосфатов, мгP/л		
Менее 0,005	0,005–0,03	0,03–0,1

Институт аридных зон ЮНЦ РАН проводит регулярное обследование вод южных морей и в первую очередь – Азовского моря и р. Дон. Настоящее сообщение касается вод Таганрогского залива и р. Дон ниже Кочетовского гидроузла (рис. 1, 2). Данные получены в осенний период в ходе экспедиции 6–12 сентября 2017 г. на НИС «Профессор Панов». Использованы также результаты предыдущих экспедиций.

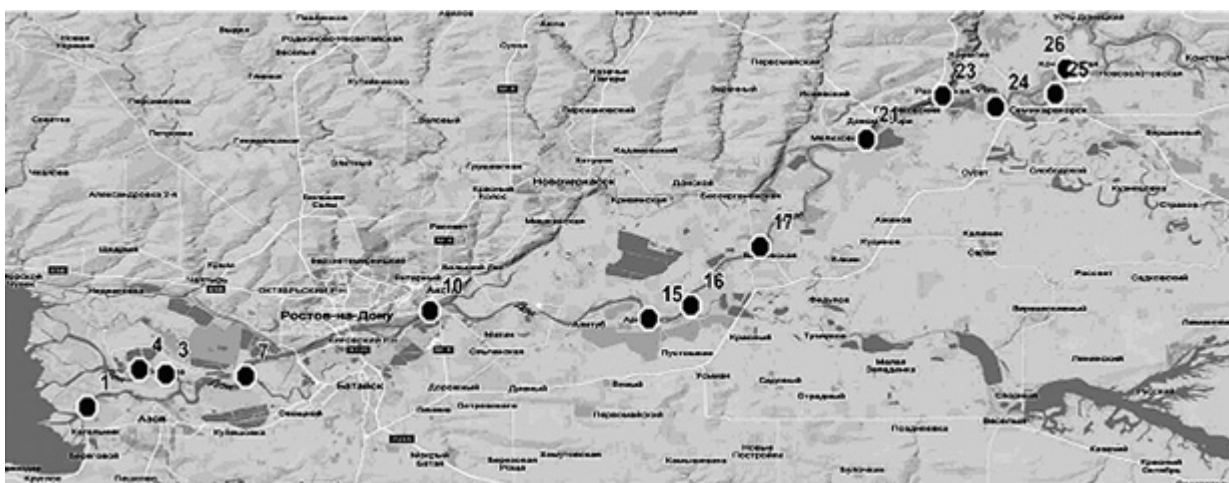


Рис. 1
Размещение станций отбора проб в водах р. Дон

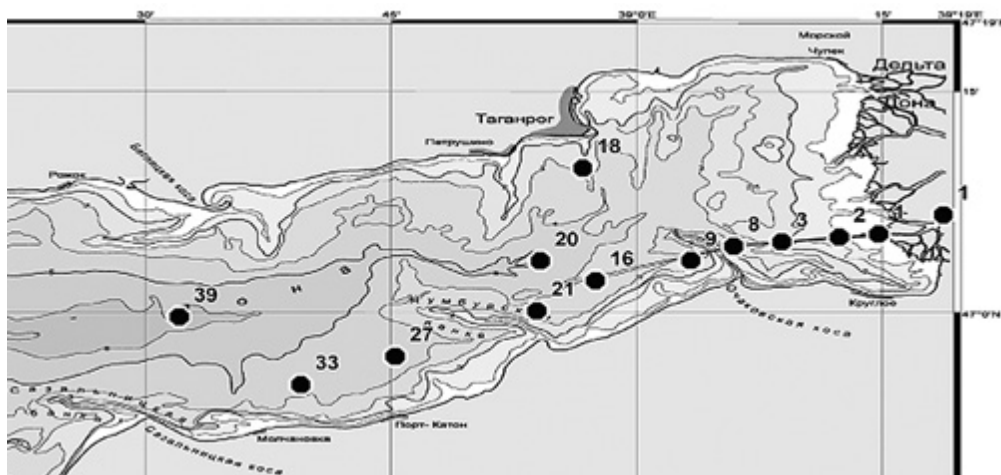


Рис. 2
Размещение станций отбора проб в водах Таганрогского залива

Отбор проб для определения РОУ проводили из поверхностного горизонта и воду фильтровали через стекловолоконные фильтры Merck AP4004, предварительно прокаленные 4 часа при 450 °С. Профильтрованные пробы подкисляли концентрированной ортофосфорной кислотой до $pH \leq 2$ и хранили охлажденными до $2 \div 8^\circ C$ не более 20 дней. Определение РОУ проводили в береговой лаборатории на анализаторе органического углерода multi N/C 3100 (производство фирмы Analytik Jena, Германия) по разработанной ЗАО «РОСА» методике, гостированной Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии [ГОСТ Р 52991-2008, 2009].

По полученным результатам (табл. 2), большинство измерений соответствует эвтрофному классу водоемов – как в водах р. Дон, так и в Таганрогском заливе. Если не учитывать выпадающих измерений (станции 2ТЗ и 9ТЗ – пояснения ниже), то средние концентрации РОУ и в реке, и в заливе весьма сходны, как и другие статистические характеристики (табл. 3). Эти факты могут свидетельствовать о сходном характере трофических отношений в анализируемых водах, но явно различающихся по ионному составу и уровню содержания минеральных солей. Полученные измерениями средние значения концентрации РОУ несколько ниже, чем обычно регистрируемые нами и варьирующие в диапазоне 10–12 мгС/л. Пониженные концентрации РОУ весьма вероятно объясняются смещением продукционно-деструкционных процессов, связанных с метеоусловиями в осенний переходный период.

Таблица 2

**ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД И ВЗВЕШЕННОЕ ВЕЩЕСТВО
В ВОДАХ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА и р. ДОН (6–12 сентября 2017 г.)**

Номер станции	Название станции	Концентрация РОУ, мгС/л	Концентрация взвешенного вещества, мг/л
26	Кочетовский гидроузел	9,97	5,2
25	г. Семикаракорск	9,92	2,2
23	ст-ца Раздорская	10,09	3,9
21	ст-ца Мелиховская	9,33	2,9
17	ПГТ Багаевский	9,86	5,6
16	устье реки Маныч	9,61	15,7
15	х. Арпачин	9,18	14,1
10	Аксайский мост	8,75	15,5
7	устье реки Койсуг	9,26	–
4	рук. Мокрая Каланча	10,10	15,5
2	Азов (водозабор)	8,90	14,3
1	хутор Донской	8,78	12,7
1 ТЗ	Нулевой километр	8,23	26,0
2 ТЗ	Таганрогский залив	40,58	18,8
3 ТЗ	Таганрогский залив	8,44	20,4
8 ТЗ	Таганрогский залив	8,50	20,2
9 ТЗ	Таганрогский залив	37,03	22,6
16 ТЗ	Таганрогский залив	9,43	23,8
21 ТЗ	Таганрогский залив	10,43	20,8
27 ТЗ	Таганрогский залив	10,55	13,5
33 ТЗ	Таганрогский залив	10,70	9,8
39 ТЗ	Таганрогский залив	10,32	13,2
20 ТЗ	Таганрогский залив	10,45	22,2
18 ТЗ	Таганрогский залив	9,09	21,0

Таблица 3

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОУ
В ВОДЕ Р. ДОН И ТАГАНРОГСКОМ ЗАЛИВЕ (мгС/л)**

Характеристика	р. Дон	Таганрогский залив	Совместные данные
Среднее значение	9,38	9,61	9,55
Минимальное	8,23	8,23	8,23
Максимальное	10,10	10,70	10,70
Станд. отклонение	0,60	0,99	0,76

Основную роль в понижении концентрации РОУ предположительно сыграла усилившаяся на второй день работ ветровая активность (после ПГТ Багаевский), повлекшая за собой взмучивание донных отложений (табл. 3) и ослабление светового потока в толще вод, вызвавшее некоторое снижение продукции фитопланктона. Повышенная концентрация взвешенного вещества вызвана не только усилением ветровой активности, но частично и поступлением взвеси левым притоком Дона – рекой Маныч, характерной выносом лёссовых пород, но существенно пониженным расходом вод.

Аналогичные снижения концентрации РОУ в переходные сезоны были отмечены неоднократно в предыдущие периоды наблюдений и объяснялись также влиянием метеоусловий, в первую очередь, понижением температуры вод и угнетения бактериальной микрофлоры. Как следствие, это снижало скорость переработки отмирающих клеток фитопланктона и накопления органического вещества.

Выпадающие измерения на станциях 2ТЗ и 9ТЗ с большой степенью вероятности относятся к газовым углеводородным сипам, характерным для Азовского моря [Давыденко, 2012]. По нашим исследованиям, аналогичные явления были обнаружены на юге Азовского моря в Керченском предпроливье с концентрациями РОУ 40 мгС/л и несколько выше [Матишов, 2012]. Отметим, что одновременное измерение концентрации общего азота в морской воде не показало соответствующего повышения содержания азота и осталось на уровне 1,0 мгN/л, что свидетельствует о приросте органического углерода за счет органического вещества другой природы и не содержащего азота. Несомненно, это нефтяные углеводороды, действительно не содержащие азота в молекулярных структурах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. С. 37.
- ГОСТ Р 52991-2008. Вода. Методы определения содержания общего и растворенного органического углерода. М.: Стандартинформ, 2009. С. 7.
- Давыденко Д.Б., Клещенков А.В. Новые подходы к прогнозированию нефтегазоносности шельфа на примере Таганрогского залива // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна. Ростов н/Д: Издательство ЮНЦ РАН, 2012. С. 72–78.
- Даценко Ю.С. Эвтрофирование водохранилищ. Гидролого-гидрохимические аспекты. М.: ГЕОС, 2007. 251 с.
- Матишов Г.Г., Степаньян О.В. и др. Особенности гидролого-гидрохимического режима Азовского и Чёрного морей в 2013 г. // Наука Юга России. 2015. Т. 11. № 2. С. 36–44.
- Скопинцев Б.А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус). Л.: Гидрометеиздат, 1950. С. 290.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ $C_{орг.}$ В СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ АЗОВСКОГО МОРЯ

В.В. Польшин¹, В.А. Костюков^{1,2}

¹Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, Институт наук о Земле, г. Ростов-на-Дону
vlad0220vlad@mail.ru

Содержание органического углерода ($C_{орг.}$) в донных отложениях является важным геохимическим параметром, оказывающим большое влияние на состояние морских экосистем. Его высокая концентрация в морском грунте может вызывать дефицит кислорода, приводящий к гипоксии и заморным явлениям [Овсяный и др., 2015]. Сорбционные свойства $C_{орг.}$ по отношению ко многим химическим элементам, включая тяжелые металлы и радионуклиды, также хорошо известны [Матишов и др., 2006; 2007; 2015].

Распределение $C_{орг.}$ в донных отложениях тесно связано с их вещественным и гранулометрическим составом [Дацко, 1959; Шнюков и др., 1974; Федоров и др., 2009]. Поэтому при установлении закономерностей его седиментации в морских бассейнах необходимо проведение литологических исследований.

В апреле 2016 г. сотрудниками ИАЗ ЮНЦ РАН с борта НИС «Денеб» на 15 станциях, расположенных в различных районах Азовского моря, с поверхностного горизонта дна (интервал опробования 0–5 см) были отобраны пробы донных отложений (рис. 1). Разделение крупных фракций исследуемых проб проводилось с использованием сит со следующим диаметром ячеек: 1,0; 0,5; 0,25; 0,125; 0,1 и 0,05 мм. Определение содержания мелкоалевритовой и пелитовой фракций осуществлялось в соответствии с методикой В.П. Петелина [1967] в модификации И.А. Андреевой и Н.Н. Лапиной [1998]. Содержание $C_{орг.}$ проводилось по ГОСТу 26213-91 «Почвы. Методы определения органического вещества» и заключалось в окислении органического вещества раствором двухромовокислого калия в серной кислоте с последующим определением трехвалентного хрома, эквивалентного содержанию органического вещества на фотоэлектроколориметре (метод Тюрина в модификации ЦИНАО).



Рис. 1
 Схема отбора проб донных отложений (НИС «Днеб», апрель 2016 г.).

В результате были получены новые данные по гранулометрическому составу современных донных отложений Азовского моря и содержанию органического вещества в них.

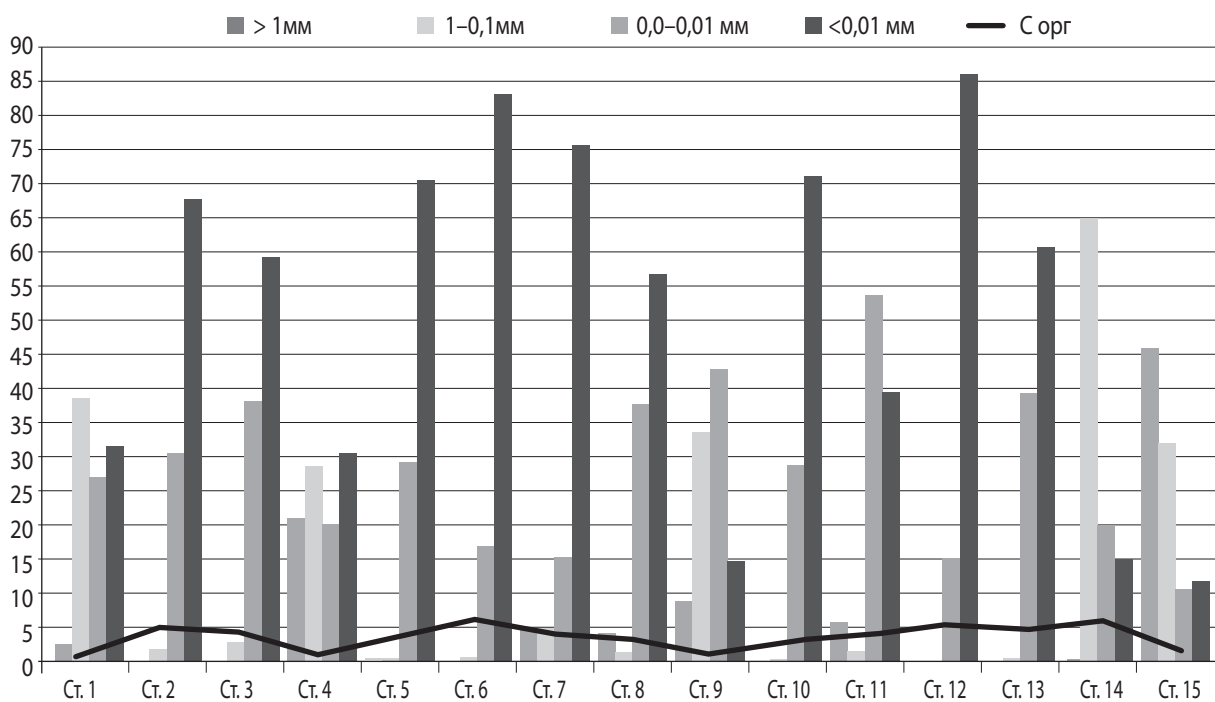


Рис. 2
 Гранулометрический состав и содержание органического вещества (C_{орг}) в донных отложениях Азовского моря, отобранных в апреле 2016 г.

Осадочный покров Азовского моря сложен отложениями различных типов. Обширные площади дна занимают пески, алевритовые и глинистые илы, а также переходные между ними разности – алевритово-глинистые илы и осадки смешанного типа, в которых содержание различных размерных фракций резко не преобладает или находится примерно в одинаковых пропорциях (рис. 2). Для всех отложений характерна примесь ракушечного материала, которая в виде отдельных створок раковин или детрита может присутствовать во фракциях морских осадков и нередко в количестве, близком к 100 % от их состава [Матишов, 2007; Польшин, 2006; 2012].

Как показано нашими предыдущими исследованиями, на акватории Азовского моря выделяются несколько районов с различными литодинамическими условиями, отличающимися друг от друга глубинами, строением рельефа дна, характером проявлений тектонических движений, гидродинамическим режимом и гидрологическими характеристиками [Матишов, 2006; 2006а; Польшин, 2009; Матишов и др., 2010]. Состав и распространение донных отложений в пределах выделенных районов подвержены изменениям, но в целом подчинены определенным закономерностям: от центральных районов моря к его периферийным участкам происходит последовательная смена от более тонких осадков – глинистых илов, залегающих на максимальных глубинах, к осадкам алевритовой и песчаной размерности. В зонах, где сказывается влияние нескольких источников питания бассейна седиментационным материалом, широкое распространение имеют осадки смешанного типа.

Содержание $C_{орг.}$ также подвержено флуктуациям в зависимости от гранулометрического состава морских осадков и коррелируется с содержанием частиц пелитовой размерности в них (<0,01 мм) [Матишов и др., 2006; 2007; Федоров, Доценко и др., 2009].

Максимумы концентраций $C_{орг.}$ в донных отложениях Азовского моря, отобранных весной 2016 г., отмечены в районах распространения глинистых илов, в которых доля пелитовых частиц превышает 60–80 %. Так, например, в илах, залегающих в центральной части моря на глубинах 11–12 м, зафиксировано содержание $C_{орг.}$ на уровне 5,58 % (ст. 12) и 6,14 % (ст. 6). При этом количество пелитовых частиц в них превышает 80 %, а частицы алевритовой размерности содержатся в количестве менее 20 %. Цвет глинистых илов – темно-серый до черного. Характерны сажистые включения гидроторилита и запах H_2S . Примесь ракушечного детрита песчаной размерности (1–0,1 мм) и более определена в мизерных количествах. С уменьшением содержания частиц пелитовой размерности в осадках центральной области моря концентрация органического вещества снижается.

Содержания $C_{орг.}$ в донных отложениях, залегающих в восточной и юго-восточной частях Азовского моря, колебались от 1,68 % (ст. 15) до 6,12 % (ст. 14). В анализируемых пробах из этих районов преобладал ракушечный материал песчано-гравийной размерности. Содержание пелитовых частиц было менее 20 %. По нашему мнению, такие отличия в концентрациях органического вещества в морских осадках со схожим гранулометрическим составом могут быть обусловлены: аккумуляцией продуктов жизнедеятельности донных организмов, действием твердого стока р. Кубань и условиями захоронения $C_{орг.}$ на локальных участках дна.

В южной части акватории Азовского моря в глинистых и глинисто-алевритовых илах, залегающих в интервале глубин от 8 до 10 метров, концентрация $C_{орг.}$ изменялась от 3,19 до 4,14 %. На участке азовского шельфа, граничащем с Керченским проливом, содержание органического вещества в алевритово-глинистых илах было 3,45 % (ст. 8). В северной части Керченского пролива в плохо сортированных осадках смешанного типа (илисто-песчано-алевритовых), залегающих на глубине 4,5 м, его концентрация снизилась до 1,34 % (ст. 9).

В пробах, отобранных весной 2016 г. на акватории Таганрогского залива, содержание $C_{орг.}$ находилось в интервале от 0,90 до 5,04 %. Максимумы концентраций органического вещества (в пределах 4–5 %) установлены в глинистых илах, которые выстилают дно залива на глубинах 6–7 м в центральной и западной частях. При этом доля частиц пелитовой размерности в них составляет 60–70 %. В плохо сортированных осадках смешанного типа содержание $C_{орг.}$ увеличивается с востока на запад от 0,90 % (ст. 1) до 1,28 % (ст. 4). Содержание пелитовой фракции в них – в пределах 30 %, песчано-гравийной, сложенной кварцевым песком и ракушечным детритом – 40–50 %.

Сравнение полученных нами данных с опубликованными результатами многочисленных грунтовых съемок показало схожее распределение различных типов морских осадков и некоторое отличие в содержании органического вещества в них. Так, в пробах морских осадков, отобранных ИО РАН в феврале – марте 2008 г. на участке акватории Азовского моря, граничащем с Керченским проливом, максимальные значения концентрации $C_{орг.}$ достигали 5,08 %. В северной части пролива максимальные концентрации достигали 3,35 % при среднем значении 1,25 % [Овсяный и др., 2015].

По данным Ю.А. Федорова, в пробах донных осадков, отобранных в российском секторе Азовского моря в сентябре 2006 г., содержание $C_{орг.}$ изменялось от 0,29 до 3,19 %, составляя в среднем 1,6 % [Федоров и др., 2009]. При этом концентрация органического вещества в донных отложениях постепенно увеличивалась от восточной части Таганрогского залива к юго-востоку моря и Темрюкскому заливу, что согласуется и с нашими данными. Отличия в полученных результатах могут быть обусловлены как произошедшими за последние 10 лет

изменениями в содержании органического вещества в грунтах Азовского моря, так и различной сезонностью отбора проб, а также степенью дисперсности исследуемых осадков и методикой проводимых исследований.

Таким образом, подводя итог проведенных нами исследований, можно сделать ряд выводов:

1. Основным лимитирующим фактором, контролирующим содержание органического вещества в донных отложениях Азовского моря, продолжает оставаться их гранулометрический состав.
2. За последние 10 лет в донных отложениях западной части Таганрогского залива и юго-восточной части Азовского моря определенные максимальные значения содержания $C_{орг.}$ увеличились в 1,5–2 раза.
3. Концентрация $C_{орг.}$ в донных отложениях Азовского моря постепенно увеличивается от восточной части Таганрогского залива к центральному и юго-восточному районам акватории, образуя максимумы в наиболее глубоководных зонах азовского шельфа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева И.А., Лапина Н.Н. Методика гранулометрического анализа донных осадков Мирового океана и геологическая интерпретация результатов лабораторного изучения вещественного состава осадков. СПб., 1998. 45 с.

Дацко В.Г. Органическое вещество в водах южных морей СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 267 с

Матишов Г.Г., Польшин В.В., Шохин И.В. Влияние геоморфологических особенностей дна Азовского моря на распределение бентоса // Вестник Южного научного центра. 2010. Т. 6. № 2. С. 14–20.

Матишов Г.Г. Батиметрия и закономерности формирования рельефа дна Азовского моря // Экосистемные исследования Азовского, Чёрного, Каспийского морей. Т. VIII. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006а. С. 31–42.

Матишов Г.Г. Новые данные о геоморфологии дна Азовского моря // Докл. РАН. 2006. Т. 409. № 3. С. 375–380.

Матишов Г.Г. Сейсмопрофилирование и картирование новейших отложений дна Азовского моря // Вестник Южного научного центра. 2007. Т. 3. № 3. С. 32–40.

Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ильин Г.В., Карагеоргис А. Особенности геохимического состава современных донных отложений Азовского моря // Экосистемные исследования Азовского, Чёрного, Каспийского морей и их побережий. Т. IX. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. С. 68–81.

Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ильин Г.В., Новенко Е.Ю., Карагеоргис А. Закономерности литохимии и палинологии современных донных отложений Азовского моря // Вестник Южного научного центра. 2006. Т. 2. № 4. С. 38–51.

Матишов Г.Г., Усягина И.С., Польшин В.В. Динамика загрязнения Азовского моря изотопом ^{137}Cs в 1966–2013 гг. // Доклады Академии наук. 2015. Т. 460. № 6. С. 716–721.

Овсяный Е.И., Коновалов С.К., Митропольский А.Ю., Котельянц Е.А. Органический углерод и карбонатность современных донных отложений Керченского пролива // Геохимия. 2015. № 12. С. 1120–1131.

Петелин В.П. Гранулометрический анализ морских донных осадков. М.: Наука, 1967. 128 с.

Польшин В.В. Гранулометрический и минералогический состав современных донных отложений Азовского моря // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. С. 90–103.

Польшин В.В. Донные отложения позднего голоцена Азовского моря // Геология, география и экология океана. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. С. 269–272.

Польшин В.В. Распределение современных донных отложений в открытой части Азовского моря // Экосистемные исследования Азовского, Чёрного, Каспийского морей. Т. VIII. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. С. 42–49.

Федоров Ю.А., Доценко И.В. и др. Закономерности распределения $C_{орг.}$ в донных отложениях российской части Азовского моря // Океанология. 2009. Т. 49. № 2. С. 229–236.

Шнюков Е.Ф., Орловский Г.Н. и др. Геология Азовского моря. Киев: Наукова думка, 1974. 248 с.

**РАЙОНИРОВАНИЕ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
ПО СТЕПЕНИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПАСНЫХ ПОГОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

А.Г. Авакова, Л.В. Сердюк, Л.А. Беспалова

Южный федеральный университет, Институт наук о Земле, г. Ростов-на-Дону
Avakva.anzhelika@rambler.ru

Климат побережья Азовского и Чёрного морей Ростовской области и Краснодарского края разнообразен и уникален, изменяется от умеренно-континентального на побережье Азовского моря до субтропического в районе городского округа Сочи. Однако данная территория выделяется и по наличию опасных погодных явлений (ОПЯ). В течение последних 10 лет на исследуемой территории отмечается тенденция к увеличению количества ОПЯ более чем в 2 раза. Зафиксированы многочисленные человеческие жертвы и значительный ущерб, нанесенный отраслям экономики. В этой связи исследование ОПЯ на Азово-Чёрноморском побережье Ростовской области и Краснодарского края является актуальным.

Данные об ОПЯ взяты из Научно-прикладного справочника «Климат России» [Электронный научно-прикладной справочник ... 2007]. В анализ включено семь факторов: туманы, грозы и ливневые осадки, метели, град, обледенения (гололед и изморозь), сильный ветер >15 м/с (табл. 1) [Акселевич, Иошпа, 2014; Кропянко и др., 2014]. Исследование распространения ОПЯ проводилось с помощью метода балльных оценок и классификаций, выделено пять кластеров с различной степенью проявления ОПЯ.

Таблица 1

**СРЕДНЕЕ МНОГОЛЕТНЕЕ ЧИСЛО ДНЕЙ С ОПЯ
НА ТЕРРИТОРИИ АЗОВО-ЧЁРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ
[ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНО-ПРИКЛАДНОЙ СПРАВОЧНИК ... 2007]**

№	Районы	Туман	Гроза и ливневые осадки	Метель	Град	Обледенение		Среднее число дней с сильным ветром >15 м/с	Общее число дней с ОПЯ
						Гололед	Изморозь		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Неклиновский (включая г. Таганрог)	40	27	5	1	10	6	28,0	117
2	Азовский	34	19	3	0,3	3	5	35,8	100,1
3	Щербиновский	44	27	1	0,6	9	9	45,0	135,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Ейский	37	20	3	0,2	5	3	55,7	123,9
5	Каневской	29	30	0,6	0,8	7	6	18,6	92,0
6	Приморско-Ахтарский	23	22	2	0,7	5	6	37,3	96,0
7	Славянский	31	30	2	0,7	8	6	16,3	94,0
8	Темрюкский	26	18	3	0,2	5	3	52,9	108,1
9	Анапа г/о	12	19	2	0,2	2	0,04	99,0	134,24
10	Новороссийск г/о	4	25	2	0,4	2	0,04	106,7	140,14
11	Геленджик г/о	5	30	2	0,6	1	0,04	67,9	106,54
12	Туапсинский	4	36	1	0,1	1	0,01	74,2	116,31
13	Сочи г/о	10	50	1	0,1	0,1	0,01	7,1	68,31

Таблица 2
РАНЖИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПЯ

Среднегодовое число дней с ОПЯ	Ранг
125,77–140,14	5
111,41–125,77	4
97,04–111,41	3
82,68–97,04	2
68,31–82,68	1

В результате исследования выявлено, что наиболее часто на побережье возникает сильный ветер – 45 % от общего числа ОПЯ, 25 % приходится на грозы и ливневые осадки, 21 % – на туманы, оставшиеся 9 % – метели, град, обледенения. Для каждого явления построены электронные карты, иллюстрирующие распределение ОПЯ по исследуемой территории.

Интегральная оценка и районирование побережья выполнены с помощью анализа общего числа дней с ОПЯ. Ранжирование показателей фактора ОПЯ проведено с помощью линейной интерполяции по принципу: чем больше среднее число дней в году с ОПЯ, тем уязвимее окружающая среда (табл. 2) [Коробов, 2002]. В результате

исследования выявлено, что наибольшую площадь занимает кластер со слабой степенью проявления ОПЯ – 27 %, 25 % – с сильной, 23 % – со средней, 13 % – с очень слабой и 12 % – с очень сильной (рис. 1).

К кластеру с очень сильной степенью проявления ОПЯ относятся территории Щербиновского района и городских округов Анапа и Новороссийск. Щербиновский район определяет свое положение высокой степенью обледенения, Анапа и Новороссийск – обильными ливневыми осадками и высокой ветровой активностью. Для данных районов характерно проявление ОПЯ 135, 134 и 140 дней в году соответственно, при среднем по исследуемому побережью – 110 дней. Можно привести пример бедствия: 17.07.2014 на Анапу обрушился сильный ветер и ливень, в течение часа выпало 26,9 мм осадков, 75 % от месячной нормы, что привело к значительным экономическим потерям.

Сильной степенью подверженности ОПЯ характеризуются Неклиновский, Ейский, Туапсинский районы. Примером является ураган в Таганроге, Ейске, в Краснодарском крае 24.09.2014, который привел к масштабным разрушениям инфраструктуры и человеческим жертвам. В Туапсе 08.07.2014 выпало около 112 мм осадков (ливень шел более 6 часов), кроме того прошел смерч и сошел оползень, что привело к значительным материальным потерям.

В кластер со средней степенью проявления ОПЯ входят Азовский, Темрюкский районы и городской округ Геленджик, кластер со слабой степенью проявления ОПЯ занимает наибольшую площадь исследуемой территории – это Каневской, Приморско-Ахтарский, Славянский районы.

Очень слабой степенью проявления ОПЯ выделяется городской округ Сочи, здесь в году наблюдается 68 дней с ОПЯ, при среднем по черноморскому побережью – 113 дней. Однако для курорта характерно максимальное количество дней в году по исследуемой территории с грозами и ливневыми осадками – 50, но минимальные значения по остальным факторам определяют положение Сочи в этом кластере.

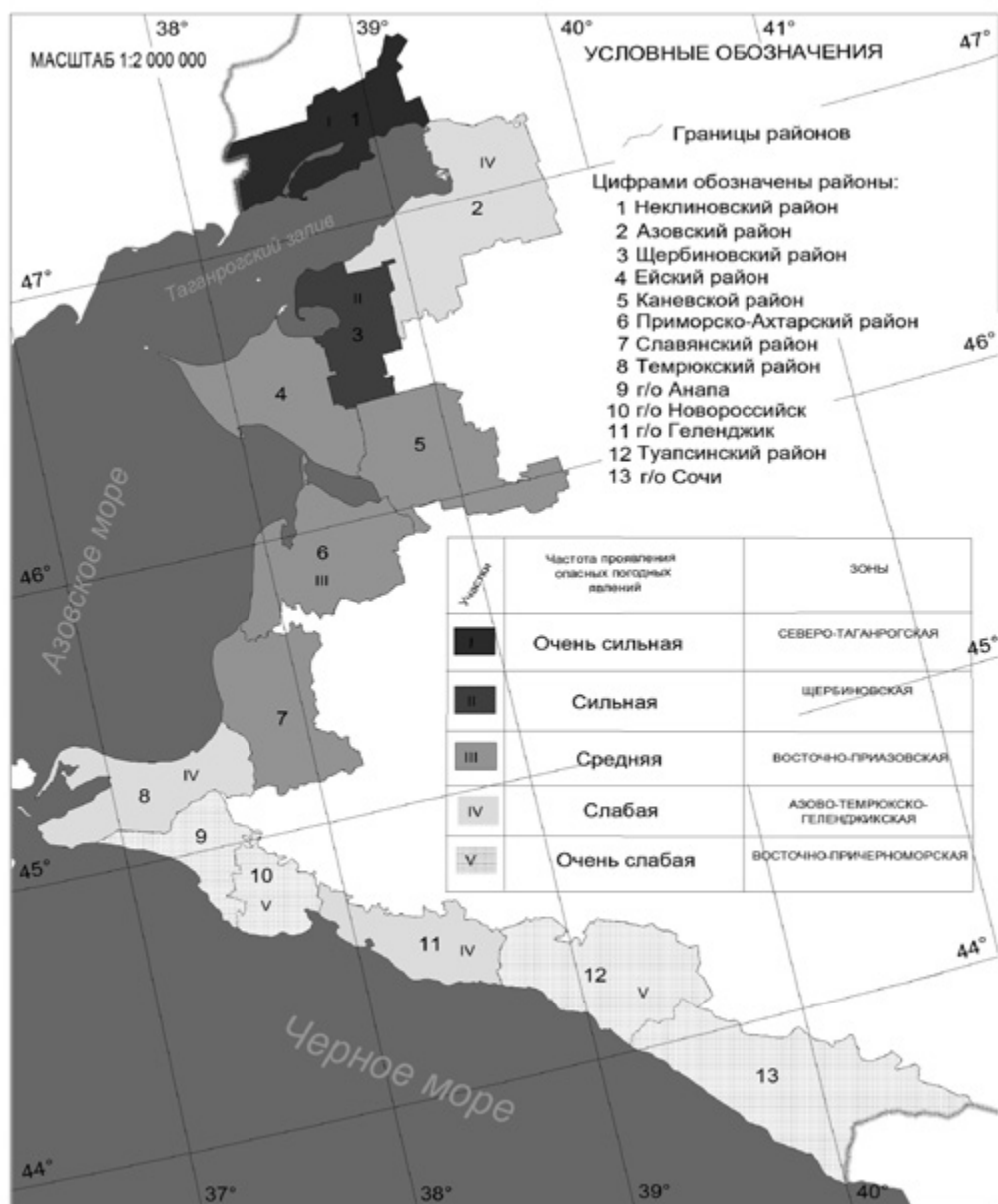


Рис. 1

Районирование Азово-Чёрноморского побережья Ростовской области и Краснодарского края по степени проявления ОПЯ

Данное исследование позволило выделить районы Азово-Чёрноморского побережья Ростовской области и Краснодарского края как наиболее подверженные ОПЯ, этим территориям необходимо уделять особое внимание при планировании хозяйственной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акселевич В.И., Иошпа А.Р. Экологические проблемы приморских городов // Экология. Экономика. Информатика: мат-лы Всерос. объедин. конф. Ростов н/Д, 2014. С. 206–209.
- Коробов В.Б. О методологии построения шкал для классификации природных объектов на основе балльных оценок // Проблемы региональной экологии. 2002. № 4. С. 99–108.
- Кропянко Л.В., Беспалова Л.А., Беспалова Е.В. Оценка состояния уникальных береговых ландшафтов Азово-Чёрноморского побережья по степени благоприятности природных факторов для развития хозяйственной деятельности // Естественные и технические науки. 2014. № 2. С. 146–152.
- Электронный научно-прикладной справочник «Климат России» // ВНИИГМИ-МЦД. 2007.

БАРОКЛИННЫЕ СЕЙШЕВЫЕ КОЛЕБАНИЯ В ДИНАМИКЕ ЧЁРНОГО МОРЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.В. Багаев¹, А.Н. Лукьянова¹, В.А. Иванов¹, В.Б. Залесный²

¹ Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь

² Институт вычислительной математики РАН, г. Москва
a.bagaev1984@gmail.com

Чёрное море, благодаря своей замкнутости и существенной глубине, предоставляет удобную возможность классифицировать внешние воздействия при исследовании волновых процессов. Источниками энергии для таких процессов могут выступать, например, приливообразующие силы. Структура приливных движений в Чёрном море определяется прямым воздействием приливных сил на водную массу и в основном не превышает 10 см. При этом сезонные колебания уровня Чёрного моря достигают до 20 см, а наибольший годовой размах стерических колебаний уровня может достигать 16–20 см [Горячкин, Иванов, 2016]. Таким образом, при оценке вклада отдельных составляющих колебаний уровня в его общую изменчивость информация о характеристиках приливов и порождаемых ими колебаний в поле уровня и течений оказывается достаточно полезной.

Исследование влияния лунной полусуточной приливной гармоник на динамику Чёрного моря было выполнено при помощи численной σ -координатной модели циркуляции Чёрного и Азовского морей Института вычислительной математики РАН (ИВМ РАН) [Залесный и др., 2013; Zalesny et al., 2016]. Это современная численная модель циркуляции вод, которая способна учитывать различные воздействия (в т. ч. воздействие приливных сил) и позволяет получать полный набор гидрофизических характеристик. Уравнения модели с учётом приливного воздействия приведены в [Zalesny et al., 2016].

Пространственное разрешение модели по долготе и широте – примерно 4 км. По вертикали – 40 σ -уровней. Атмосферное воздействие задавалось на верхней границе, как и в [Zalesny et al., 2016]. Топография дна, начальные условия и параметры среды на боковых стенках заданы, как в работе [Залесный и др., 2013].

Чтобы установить локализацию и природу колебаний, возбуждаемых в бассейне приливым потенциалом M_2 , был выполнен расчет уровня моря и скоростей сроком на 4 месяца (для анализа использовался последний месяц расчета). По этим данным были построены графики спектральной плотности колебаний в каждом расчетном узле сетки на горизонтах 0, 5, 50 и 300 м. Для всех спектров были отмечены характерные пики на периодах 4, 4,8, 6, 8, 12 и 24 ч. Колебания уровня моря на частотах 4, 4,8, 6 и 8 ч обладают небольшими амплитудами (максимальные значения наблюдаются для колебаний на 6 ч – 1–2 см).

Теоретически [Блатов, Иванов, 1992] колебания с периодами менее 12 ч могут соответствовать локальным сейшевым колебаниям, порождаемым приливыми силами. Анализ структуры колебаний в поле уровня и кинетической энергии на выбранных горизонтах позволил сделать вывод о том, что колебания на периодах 4, 4,8, 6 и 8 ч являются бароклиными сейшеобразными колебаниями, наличие которых подтверждается данными наблюдений [Медведев, Куликов, 2016; Demirov, 1994].

Для выявления локализации и вертикальной структуры колебаний на выбранных глубинах были построены горизонтальные разрезы, отражающие пространственное распределение энергии на соответствующих периодах. Показано, что взаимодействие бароклиных сейшевых колебаний с постоянно действующим Основным черноморским течением порождает стоячие волны поперек течения.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0827-2014-0010.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Блатов А.С., Иванов В.А. Гидрология и гидродинамика шельфовой зоны Чёрного моря. К.: Наукова думка, 1992. 242 с.

Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. Уровень Чёрного моря: прошлое, настоящее и будущее. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006.

Залесный В.Б., Гусев А.В., Мошонкин С.Н. Численная модель гидродинамики Чёрного и Азовского морей с вариационной инициализацией температуры и солёности // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2013. Т. 49. № 6. С. 642–658.

Медведев И.П., Куликов Е.А. Спектр мезомасштабных колебаний уровня северной части Чёрного моря: приливы, сейши, инерционные колебания // Океанология. 2016. Т. 56. № 1. С. 10–17.

Demirov E.K. Numerical modelling of the Black Sea eigen-oscillations on a curvilinear boundary fitted coordinate system // Dynamics of Atmospheres and Oceans. 1994. Vol. 21. P. 83–103.

Zalesny V.B., Gusev A.V., Lukyanova A.N., Fomin V.V. Numerical modelling of sea currents and tidal waves // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. 2016. Vol. 31. Iss. 2. P. 115–125.

ТЕХНОЛОГИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМ

С.А. Епринцев, С.В. Шекоян

Воронежский государственный университет, г. Воронеж

Анализ формирования зон экологического риска в городах России и других развитых стран мира показывает необходимость создания специальной системы снижения уровней экологического риска, основой которой будет служить эколого-геохимический мониторинг на основе технологий геоинформационного моделирования [Епринцев и др., 2009]. Эколого-геохимический мониторинг современных городов должен является многофункциональной подсистемой, взаимодействующей с другими подсистемами единой государственной системы экологического мониторинга [Куролап и др., 2006].

Анализ имеющейся информации позволяет утверждать, что показатели заболеваемости населения по различным классам болезней может служить индикатором качества окружающей среды. Например, индикатором загрязнения атмосферы и почвенного покрова свинцом может служить возрастание онкозаболеваемости у населения, возрастание заболеваемости болезнями нервной системы и органов чувств у детского населения; индикатором повышения содержания в атмосфере оксида серы, азота, формальдегида может являться повышение уровня заболеваемости болезнями органов дыхания у населения [Куролап и др., 2010].

Просчеты в градостроительстве и недостаточное внимание к проблеме нарастающего техногенного пресинга многих городов, прежде всего, обусловленного эколого-геохимическими факторами, в последние годы приводит к формированию геохимических аномалий, зон экологического риска, имеющих довольно большую площадь и стабильный характер [Шекоян, Епринцев, 2014].

Главной целью создания системы эколого-геохимического мониторинга является организация на базе геоинформационных технологий межотраслевой и иерархической системы сбора, обработки, хранения и выдачи информации, обеспечивающей постоянную диагностику общественного здоровья и среды обитания, а также информационную поддержку принятия решений, направленных на обеспечение эколого-гигиенического благополучия. Система постоянных наблюдений за изменениями в состоянии здоровья населения города и выявление причин ухудшения сложившейся ситуации в настоящий момент являются чрезвычайно важными проблемами индустриально-развитых городов. Причем объективные данные о зависимости заболеваемости населения от условий окружающей среды в настоящее время позволяют получить, прежде всего, количественные подходы, опирающиеся на современные информационные технологии. Наиболее универсальным инструментом для прогнозирования заболеваемости населения в связи с антропогенным воздействием и различными природными явлениями являются математические модели расчетов экологического риска на основе компьютерных геоинформационных технологий [Куролап и др., 2006; 2010].

ГИС «Экогеохимия и техногенные риски г. Воронежа», включающая базу данных о загрязнении природных сред за многолетний период, заболеваемости населения различных возрастных групп; картографический и ландшафтно-планировочный блоки данных, позволяет объективно оценить ситуацию в текущий момент,

спрогнозировать ее дальнейшее развитие и дает возможность анализировать и отображать состояние городских экосистем, включая и здоровье населения. ГИС-карты составляют основу документов для анализа возможного воздействия на население различных факторов загрязнения окружающей среды, т.к. заболеваемость населения служит «откликом» среды на воздействие антропогенного прессинга.

Для того чтобы результаты геоинформационного моделирования данных эколого-геохимического мониторинга способствовали принятию решений в сложившейся ситуации, результаты должны легко передаваться в ГИС, и наоборот – данные из ГИС должны распознаваться и использоваться в расчетах при построении математических моделей. При удачном и корректном совмещении математических моделей и ГИС можно достичь максимального эффекта от результатов моделирования и расширить область применения ГИС.

Функционирование предлагаемой нами системы геоэкологического мониторинга городского округа г. Воронежа предполагается на основе взаимодействия 6 блоков – эколого-геохимического эколого-медицинского, формирующих созданную нами информационно-справочную систему «Экогеохимия г. Воронежа» (регистрация в НТЦ «Информрегистр» № 0220611156), а также географо-картографического, оценочно-аналитического и проектно-планировочного блоков.

В рамках эколого-геохимического блока представляется необходимым проведение планового анализа проб атмосферного воздуха, почвы и питьевой воды.

При плановом анализе содержания загрязнителей в атмосферном воздухе необходимо проводить точечный маршрутный отбор проб воздуха в равноудаленных друг от друга точках в сходных климатических условиях. Частота отбора и удаление точек друг от друга зависит от эколого-функциональной зоны города.

В отобранных образцах воздуха необходимо проводить регулярно анализ содержания характерных для города Воронежа загрязнителей атмосферы – оксида углерода (II), оксида серы (IV), оксида азота (IV), формальдегида, пыли и свинца. Также в данный список можно включить ингредиенты, характерные для конкретной точки при изучении реестра выбросов расположенных вблизи предприятий.

При плановом изучении загрязнения почвенного покрова необходимо раз в год проводить отбор проб почвы в равноудаленных на 2 км точках, где отсутствует привезенный грунт или привезенный грунт находится в данной точке более 10 лет. Оптимальное время для отбора проб – весенний период после таяния снега. В отобранных образцах необходимо регулярно определять содержание нефтепродуктов и тяжелых металлов – меди, цинка, свинца, никеля, хрома, марганца.

В качестве «контроля» целесообразно выбрать микрорайоны ВГАУ и Северный жилой микрорайон, тем более что по новому Генеральному плану города (2006) эти районы подлежат перспективному расширению.

В рамках эколого-медицинского блока проводится сбор статистической информации о заболеваемости населения г. Воронежа различных возрастов по основным классам болезней на терапевтических и педиатрических участках города.

В рамках географо-картографического блока предполагается ежегодное обновление картографического материала города, нанесение на электронную карту новых жилых объектов, начавшихсястроек, а также объектов экологического риска – АЗС, промышленных объектов, автодорог и т.д. Кроме того, на электронной карте необходимо регистрировать увеличение или уменьшение рекреационной зоны, зеленых насаждений, садов, парков и т.д. В рамках данного блока необходимо проводить ежегодный сбор статистической информации об эколого-метеорологических данных – температуре воздуха, относительной влажности, атмосферном давлении, скорости и направлении ветра в различных районах города, а также в различных кварталах с разноэтажной застройкой.

Таким образом, основными составляющими частями ГИС «Экогеохимия и техногенные риски города Воронежа», посредством которой осуществляется эколого-геохимический мониторинг, являются автоматизированная база данных «Экогеохимия и здоровье населения города Воронежа» и географо-картографический блок.

При помощи ГИС «Экогеохимия и техногенные риски» в рамках эколого-геохимического мониторинга осуществляется реализация двух блоков – оценочно-аналитического и проектно-планировочного.

В рамках оценочно-аналитического блока производится ГИС-картографирование зон экологического риска, оценка факторов техногенной нагрузки на формирование зон экологического риска, оценка градопланировочных и аэрационных факторов в формировании полей техногенного загрязнения природных сред, оценка заболеваемости населения, рассматриваемой как «отклик урбоэкосистем» на формирование полей экогеохимического загрязнения природных сред.

В рамках проектно-планировочного блока осуществляются разработка и внедрение плановых эколого-технологических мероприятий по оздоровлению природной среды и повышению комфортности для проживания населения. Также в рамках проектно-планировочного блока осуществляется корректировка мест размещения точек планового отбора проб воздуха, почвы, питьевой воды, корректировка анализируемых загрязнителей в отобранных пробах, корректировка приоритетных исследуемых показателей заболеваемости населения.

Таким образом, разработанная схема эколого-геохимического мониторинга индустриально развитого города на основе геоинформационных технологий может быть реализована в большинстве промышленных городов России и других развитых стран мира. Однако необходимо учитывать специфику техногенной нагрузки и природные условия конкретного города для составления приоритетного перечня исследуемых загрязнителей природных сред и критериев общественного здоровья.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ (проект № 16-45-360284 p_a).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Епринцев С.А., Куролап С.А., Клепиков О.В. Оценка влияния городской застройки и загрязнения воздушного бассейна на здоровье населения г. Воронежа // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. Тамбов, 2009. Т. 14. № 3. С. 600–604.

Куролап С.А., Епринцев С.А. и др. Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска. Воронеж: Истоки, 2010. 207 с.

Куролап С.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В. Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды. Воронеж: ВГУ, 2006. 220 с.

Шекоян С.В., Епринцев С.А. Анализ экотоксикологического состояния территории г. Воронеж // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19. № 5. С. 1365–1367.

ВЕРИФИКАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ МОДЕЛИ MITGCM И *IN SITU*

И.Ф. Запорожцев, Д.В. Моисеев

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
zaporozhtsev.if@gmail.com, denis_moiseev@mmbi.info

Однотипные океанографические данные, полученные в результате контактного и дистанционного мониторинга, зачастую трудно использовать совместно для решения практических задач из-за различий в значениях погрешности и характера ее изменчивости. Постепенное увеличение доли спутниковых данных в общей системе результатов наблюдений связано как с уменьшением финансирования отдельными государствами судовых экспедиций, так и с развитием международных космических программ. В случае термохалинных полей очевидным ограничением первичных спутниковых данных и данных многолетнего реанализа является отсутствие данных для слоев, не граничащих с атмосферой. В то же время исследование плотностной стратификации всего объема водных масс, проводимое по термохалинным полям, является важной самостоятельной научной и практической задачей. Подобное исследование можно проводить либо по данным экспедиций, которых явно недостаточно по объему, либо по данным гидродинамических моделей, погрешность которых может быть недостаточно изучена для конкретной акватории. Наиболее благоприятной является ситуация, когда на акватории выбранная модель может быть корректно применена, а также верифицирована по некоторому набору данных *in situ*.

Для Азовского моря сделан ряд попыток построения моделей и независимых программно-аппаратных конфигураций, позволяющих исследовать гидродинамику этого мелководного бассейна [Чикин, 2009; Сухинов и др., 2011; и др.]. Однако предложенные решения целиком автономны и не могут быть интегрированы в существующие программные реализации глобальных моделей, хотя и используют один и тот же извест-

ный набор моделирующих уравнений. Ввиду того, что имеется ряд совместных экспедиций Мурманского морского биологического института (ММБИ) КНЦ РАН и Южного научного центра (ЮНЦ) РАН на акваториях Азовского моря, представляет интерес верификация глобальных моделей по гидрологическим данными *in situ*. В частности, имеются в виду три экспедиции 2005–2006 гг. в северо-восточной части Азовского моря [Матишов и др., 2007]. Идея проведения мезомасштабных съемок с равномерной сеткой станций принадлежала директору Азовского филиала ММБИ, заместителю председателя ЮНЦ РАН, заведующему кафедрой океанологии ЮФУ члену-корреспонденту РАН Д.Г. Матишову. В качестве одной из задач, для решения которых им были задуманы эти детальные съемки, стояла верификация моделей по данным *in situ*. В настоящей работе делается попытка решить эту задачу для одной из популярных глобальных гидродинамических моделей – MITgcm. Личный опыт использования MITgcm авторами при работе с данными двух экспедиций 2005–2006 гг. в Таганрогском заливе был изложен ранее [Запорожцев, Моисеев, 2017], а данная работа является продолжением исследования.

Для сопоставления полей температуры, рассчитанных с помощью модели MITgcm, использовались данные трех совместных экспедиций ММБИ и ЮНЦ РАН за периоды: 23 июня – 2 июля и 15–24 сентября 2005 г., 16–25 июня 2006 г. В районах ожидаемого наличия фронтов станции выполнялись с дискретностью 2' по широте и 3' по долготе, на промежуточных акваториях дискретность станций составляла 4' по широте и 6' по долготе. Съемки проводились в Таганрогском заливе (все три экспедиции) и в морской акватории на границе с заливом (третья экспедиция). На всех станциях с помощью СТД-зонда (с вертикальным шагом 0,5 м) измерялись температура и соленость. Проведенные мезомасштабные съемки позволили выявить основные закономерности формирования гидрологической структуры и гидродинамики вод Таганрогского залива и сопредельной морской акватории Азовского моря [Матишов и др., 2007].

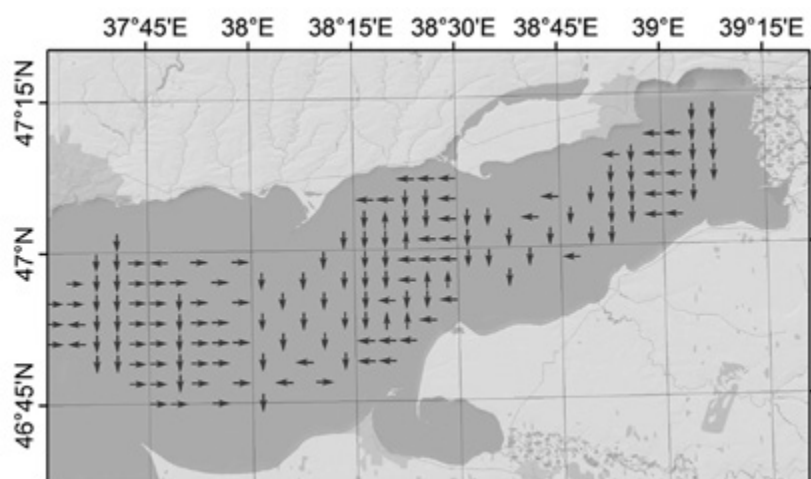
Временной промежуток, для которого выполнялось имитационное моделирование с помощью MITgcm, можно разделить на два: отрезок адаптации («разгона») и отрезок верификации. В течение первого происходит адаптация модели к входным данным (батиметрия, поля начальной температуры и солености, периодические воздействия в виде характеристик атмосферного форсинга). Второй временной отрезок моделирования в каждом случае обусловлен временем сбора данных *in situ*. Таким образом, второй отрезок имеет фиксированную длину, а первый может изменяться путем выбора различных моментов начала моделирования. Расчетная сетка была согласована со станциями и содержала их как подмножество. Файл батиметрии сформирован на основе продукта GEBCO-2014 30 Arc-Second Grid (<http://www.gebco.net>) с коррекцией максимальных глубин *in situ* по станциям экспедиций. Атмосферный форсинг получен из массивов JRA-25 (Japanese 25-year Reanalysis Project, шаг сетки 1,1°). Они содержат значения параметров приповерхностного ветра, температуры, влажности, нисходящей коротко- и длинноволновой радиации, а также осадков. Поле начальной солености было построено в результате интерполяции данных, представленных в Атласе [Матишов и др., 2014], и откалибровано по данным *in situ*, полученным в ходе рассматриваемых экспедиций. Упомянутые поля солености и форсинга имеют недостаточное для сформулированной задачи пространственное разрешение, вследствие чего погрешность модельных данных ожидалась существенной. Для ее уменьшения было принято решение выполнить моделирование для всей акватории Азовского моря. В противном случае встала бы проблема задания заведомо недостоверных граничных условий по температуре, солености и т.д. на входе в Таганрогский залив с запада. Значения других физических и управляющих параметров модели MITgcm были выбраны в соответствии с рекомендациями из [Колдунов, 2011; Колдунов и др., 2015].

Модельные данные и данные *in situ* известны в узлах равномерной сетки, поэтому для температурного поля могут быть корректно вычислены зональная и меридиональная составляющие горизонтального градиента температуры. Расчет проводится для каждого узла, имеющего ближайших соседей в сетке по четырем горизонтальным направлениям, то есть узла, окрестность которого обеспечена данными. Одновременно строятся поля градиентов для каждого вертикального уровня. Отметим, что данные измерений соответствуют различным моментам времени, исходя из графика выполнения станций по маршруту экспедиции. Ввиду этого факта для визуализации удобнее использовать агрегированное поле значений измеренной температуры на акватории, которое было сформировано за время всей экспедиции. Аналогично строится агрегированное поле модельных данных (значения в узлах получены в те моменты времени, в которые были сделаны измерения, а распределение в целом также не синхронизировано по времени).

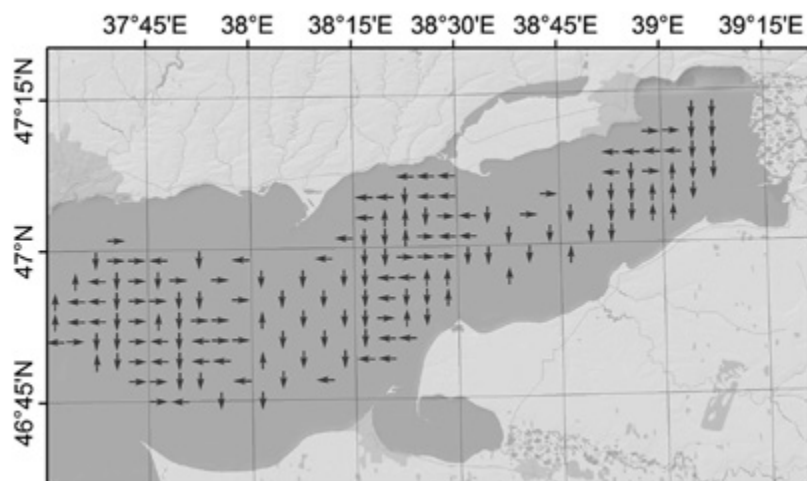
В ряде исследований (например, [Махотин, Иванов, 2016]) отмечается тот факт, что MITgcm завышает значения температурного поля. Аналогичный вывод получен и авторами данного исследования, однако отследить закономерность в абсолютных значениях пока не удалось. Переход к градиентам позволяет обойти в анализе постоянную составляющую невязки реальных и модельных данных. Сведения об особенностях распределения направлений градиентов для исследуемых данных являются новыми по сравнению с информацией, изложенной в предыдущей работе авторов [Запорожцев, Моисеев, 2017]. Для простоты направление горизонтального

градиента можно считать совпадающим с одним из направлений основных четырех румбов (С-Ю-З-В), на которое он имеет наибольшую проекцию. Таким образом, можно ввести критерий успешности моделирования как долю одинаковых направлений градиентов и их локализацию для модельных и наблюдаемых полей температуры на выбранных горизонтах.

Экспедиции были пронумерованы в соответствии с хронологией проведения: рейсы P1, P2 и P3. Длина отрезка разгона модели составила 1,5 месяца, а длина отрезка верификации – 10 дней (для каждого рейса выполнено по 47 520 итераций с шагом 100 с). Для анализа результатов использовался математический пакет Matlab R2015b. Визуализация поля направлений градиентов проведена в ГИС-программе ArcMap (в составе ArcGIS 10.2.1). Пример пары полей направлений градиентов для одного из горизонтальных слоев приведен на рисунке 1.



а



б

Рис. 1

*Поля направлений градиентов в поверхностном слое для рейса P2:
модель (слева) и реальные данные (справа)*

Анализ измеренных данных показывает, что на одной и той же акватории в июне (рейс P1) преобладают зональные направления. В сентябре (рейс P2) существенно увеличивается доля южного направления, а западные направления доминируют над восточными. Восточные направления преобладают более для полей рейса P1: как модельных, так и реальных. На качественном уровне модель хорошо воспроизводит распределение градиентов для рейса P3 в областях 1, 3, 6 (рис. 2, области ограничены отмеченными меридианами и параллелями), которые охватывают большую часть станций; для рейса P1 – в областях 5, 10, 12. Наиболее согласованными (большинство областей) оказались поля, соответствующие рейсу P2.

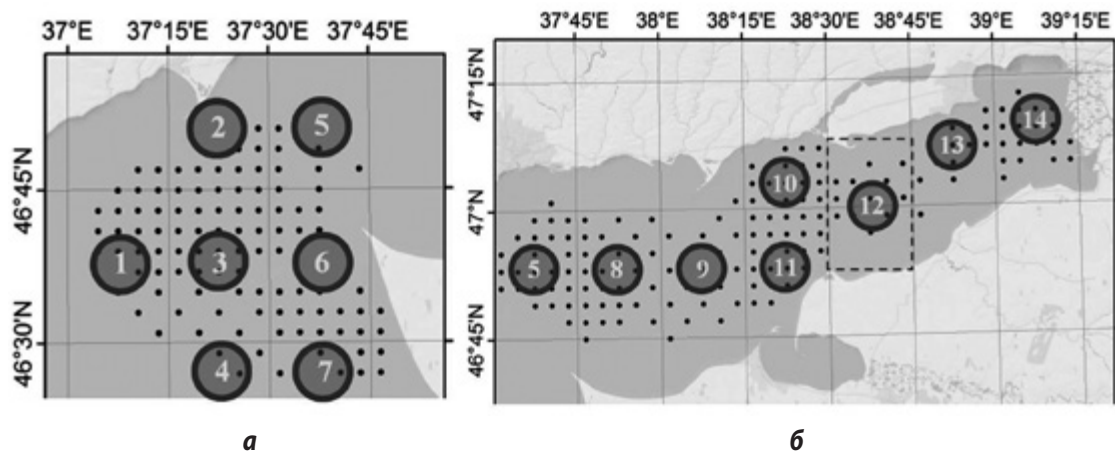


Рис. 2

Разделение на области акваторий рейсов P1-P2 (справа) и P3 (слева)

Анализ этих квадратов позволил сделать следующие выводы о качестве сгенерированных полей: (1) в наибольшей степени полевые и расчетные данные согласованы для осенней экспедиции 2005 г.; (2) выявлены существенные расхождения для полей летней экспедиции того же года; (3) по результатам моделирования динамики, отслеживаемой во время экспедиции летом 2006 г., наиболее согласованны пары поверхностных и придонных полей температуры; (4) неоднократно регистрируемой проблемой модельных данных для рассмотренных квадратов является ошибочное преобладание восточных градиентов, особенно с ростом глубины.

Верификация показала, что модель MITgcm может быть использована для моделирования изменчивости термохалинных полей в Азовском море, но ее эффективность выше при рассмотрении качественных и относительных количественных показателей (на примере направлений градиентов температуры), в то время как абсолютные модельные значения имеют существенные ошибки при имеющихся входных термохалинных данных и данных атмосферного форсинга.

Исследование проведено в рамках темы госзадания «Биогеографические особенности функционирования больших морских экосистем (БМЭ) Арктики в условиях комплексного природопользования» (№ госрегистрации 01201366840, № в ГЗ 0228-2014-0009).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Запорожцев И.Ф., Моисеев Д.В. Моделирование пространственно-временной изменчивости температуры в Таганрогском заливе с помощью модели MITgcm // Вестник МГТУ. 2017. 20 (1): 231–241.

Колдунов А.В., Колдунов Н.В., Белоненко Т.В. Применение спутниковых данных для валидации гидродинамической модели Северного Ледовитого океана // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. 12 (6): 111–124.

Колдунов Н.В. Компиляция и настройка MITgcm. Записки океанолога – обработка и визуализация данных. 2011. URL: <http://koldunov.net> (дата обращения: 10.10.2016).

Матишов Г.Г., Бердников С.В., Жичкин А.П. Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013). Регион 1. Моря Восточной Арктики. Регион 2. Чёрное, Азовское и Каспийское моря. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. 256 с.

Матишов Д.Г., Ильин Г.В., Моисеев Д.В. Сезонная термохалинная изменчивость водных масс в Таганрогском заливе Азовского моря // Вестник ЮНЦ. 2007. 3 (1): 28–35.

Махотин М.С., Иванов В.В. Распространение атлантических водных масс в Баренцевом море по данным наблюдений и численного моделирования // Труды Гидрометеоролог. научно-иссл. центра РФ. 2016. 361: 169–191.

Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Алексеенко Е.В. Численная реализация трехмерной модели гидродинамики для мелководных водоемов на супервычислительной системе // Математическое моделирование. 2011. 23 (3): 3–21.

Чикин А.Л. Двухслойная математическая модель ветровых течений в водоемах, имеющих большие площади мелководья // Математическое моделирование. 2009. 21 (12): 152–160.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ПЕРЕНОСА ПАССИВНОЙ ПРИМЕСИ В АЗОВСКОМ МОРЕ

В.С. Кочергин, С.В. Кочергин

Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь
vskocher@gmail.com

При решении задач, связанных с оценкой экологического состояния водных бассейнов, необходим анализ возможных последствий распространения примесей различной природы. Такой анализ полей концентрации может быть осуществлен на основе использования математического моделирования. При этом решаются две взаимосвязанные проблемы. Первая решается на основе построения оптимальной модели переноса примеси и ее численной реализации, учитывающей природу ее поведения в водной среде. Вторая проблема связана с идентификацией входных параметров модели и усвоения данных измерений. Под входными параметрами модели понимаются ее коэффициенты, поля скоростей и начальные данные. Для реализации вариационного алгоритма усвоения данных измерений проведены расчеты по моделированию гидродинамических полей в Азовском море при различном ветровом воздействии. Полученные поля течений и коэффициенты турбулентной диффузии использовались в качестве входных параметров для основной и сопряженной задач.

Использование сопряженных уравнений и вариационных принципов при решении задач, связанных с моделированием динамики океана, получили широкое распространение [Демышев и др., 2012]. В основе таких алгоритмов лежат решение сопряженной задачи и минимизация квадратичного функционала качества прогноза. Важной особенностью таких алгоритмов является то, что сама модель выступает в роли пространственно-временного интерполянта. Получаемое решение согласовано не только с данными измерений, но и с самой моделью. Идентификация входных параметров осуществляется за счет минимизации квадратичного функционала качества прогноза. Такой функционал является выпуклым и минимум его единственный. Модель переноса пассивной примеси – линейная, поэтому использование ее в качестве связей (ограничений) при минимизации выбранного функционала не меняет его выпуклости. Это позволяет осуществлять поиск входных параметров модели, при которых ее решение наилучшим образом согласуется с имеющимися данными измерений.

Решение сопряженной задачи по своей сути является «функцией влияния», которая дает возможность также оценивать влияние различных районов области интегрирования модели на интересующие нас характеристики. Часто при решении экологических задач необходимо следить не за самой концентрацией примеси, а за значениями некоторых функционалов в интересующем нас районе. Например, это может быть средняя или суммарная концентрация какой-либо примеси в исследуемой области. Такие значения функционалов можно вычислять непосредственно по значениям концентрации в узлах расчетной сетки. При этом значения на конечный момент интегрирования ищутся путем решения модели переноса с заданными начальными данными и функциями источников загрязнения. Таким образом, задавая различные начальные данные и функции источников, мы получаем серию полей концентрации, для которых вычисляем необходимый функционал в указанной области. Для различных начальных данных и мощностей источников необходимо осуществлять новый пространственно-временной расчет. Среди таких расчетов можно выбрать наиболее оптимальный с точки зрения не превышения функционалом некоторых его допустимых значений. С другой стороны решение подобного рода задач может быть упрощено на основе метода сопряженных уравнений. При этом сопряженная задача решается один раз, и исследуемый функционал вычисляется без пространственно-временного счета при различных начальных полях и функциях источников.

В работе рассмотрен метод сопряженных уравнений [Марчук, 1974], метод оценки [Кочергин, 2011] и вариационный алгоритм [Пененко, 1981] идентификации входных параметров модели переноса пассивной примеси. Также представлена модификация вариационного алгоритма ассимиляции данных измерений, позволяющая существенно экономить вычислительные ресурсы при численной реализации алгоритмов. Решена задача оценки мощности точечного источника загрязнения на основе метода оценки и решении получаемой системы уравнений [Кочергин, Кочергин, 2015]. Проведены численные эксперименты по оценке поля концентрации по начальным данным и решениям соответствующих сопряженных задач. Реализован вариационный алгоритм идентификации начального пятна загрязнения. Для тестирования алгоритмов идентификации был проведен расчет модельного поля течений под воздействием постоянного ветра. В результате моделирования также было получено пространственное распределение коэффициентов турбулентной диффузии, которые использовались в качестве входной информации при интегрировании модели переноса пассивной примеси.

В целом в работе показана возможность использования вариационных методов ассимиляции и фильтрации данных измерений для решения широкого класса задач, связанных с оценкой экологического состояния исследуемого бассейна. Предложена модифицированная схема для реализации вариационного алгоритма идентификации входных параметров модели. Получены условия, при которых предлагаемый алгоритм имеет преимущество перед стандартным подходом. Проведенные численные эксперименты показали надежную работу алгоритма идентификации параметров источника загрязнения, применительно к модели переноса пассивной примеси в Азовском море. Для вариационного алгоритма идентификации начального поля концентрации пассивной примеси получена хорошая сходимости итерационного процесса и точность определения начального распределения поля концентрации.

Результаты могут быть использованы для решения различных задач экологической направленности при изучении воздействия источников загрязнения антропогенного характера в акваториях Азовского и Чёрного морей.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0827-2014-0010 «Комплексные междисциплинарные исследования океанологических процессов, определяющих функционирование и эволюцию экосистем Чёрного и Азовского морей на основе современных методов контроля состояния морской среды и гридтехнологий».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Демышев С.Г., Еремеев В.Н., Кочергин С.В., Кочергин В.С. Использование вариационного подхода и решения сопряженной задачи при идентификации входных параметров модели переноса пассивной примеси в Чёрном море // Устойчивость и эволюция океанологических характеристик экосистемы Чёрного моря. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012. 357 с.

Кочергин В.С. Определение поля концентрации пассивной примеси по начальным данным на основе решения сопряженных задач // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. Вып. 25. Т. 2. С. 270–376.

Кочергин В.С., Кочергин С.В. Идентификация мощности источника загрязнения в Казантипском заливе на основе применения вариационного алгоритма // Морской гидрофизический журнал. 2015. № 2. С. 79–88.

Марчук Г.И. Основные и сопряженные уравнения динамики атмосферы и океана // Метеорология и гидрология. 1974. № 2. С. 17–34.

Пененко В.В. Методы численного моделирования атмосферных процессов. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 350 с.

ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

В.В. Кулыгин

Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
kulygin@ssc-ras.ru

Многие районы в мире, особенно горные и прибрежные, находятся под угрозой многочисленных опасных природных явлений (ОЯ). Ущерб возникает, когда потенциально опасные природные процессы воздействуют на объекты, подверженные риску. Поэтому важным аспектом снижения риска ОЯ является улучшение понимания следующих факторов и их взаимодействия: опасностей, представляющих собой угрозу, и уязвимости общества, экономики и среды (как антропогенной, так и естественной). Основное внимание в исследованиях до недавнего времени было связано с оценкой опасности, однако за последние два десятилетия оценка уязвимости также стала важным направлением исследований. Подавляющее большинство методов оценки уязвимости рас-

смаатривают ОЯ по отдельности, хотя все чаще подчеркивается важность подхода с учетом мультириска, когда в фокусе исследования находятся несколько ОЯ и их взаимодействия.

Полный анализ уязвимости должен начинаться с тщательной идентификации объектов, находящихся под угрозой/риском. Как правило, они представлены следующими группами:

- сооружения, инфраструктура и здания, объекты культурного наследия, системы/линии жизнеобеспечения;
- люди и животные, сельскохозяйственные и лесные районы, экосистемы.

Оценка уязвимости объектов первой группы обычно осуществляется путем определения функций уязвимости, представляющих собой распределение ожидаемого ущерба каждого типа объектов (например, зданий) для каждой возможной интенсивности ОЯ. Что касается анализа мультириска, то при построении функции уязвимости необходимо тщательно учитывать взаимодействие между опасностями и уязвимостями, поскольку уязвимость к двум различным сопутствующим угрозам может быть намного больше, чем просто «сумма» двух отдельных уязвимостей.

Люди, животные и экосистемы уязвимы как при непосредственном контакте с ОЯ (прямой контакт с наводнением или штормовой волной), так и из-за воздействия поврежденных сооружений (обрушение частей или целых зданий, повреждение мостов, линий жизнеобеспечения, промышленных объектов и т.д.). Полная оценка уязвимости населения требует знания распределения населения, проживающего в зданиях различной уязвимости, распределение работающих по производственным объектам, распределения времянахождения в течение дня и т.д.

Цель настоящей работы – представить подход, позволяющий согласованно оценивать уязвимость, связанную с конкретными ОЯ и мульти-ОЯ. Предлагаемый метод основан на выборе характеристик объектов, которые могут служить индикаторами уязвимости. Наличие многих ОЯ и различных видов подверженных объектов определяет задачу оценки уязвимости как многокритериальную. В основу предлагаемого подхода положен модифицированный метод анализа иерархий (МАИ). Метод анализа иерархий (Analytical Hierarchy Process) разработан как инструмент планирования и принятия решений в ситуации, когда различные альтернативы должны сравниваться по критериям, не имеющим определенной количественной оценки [Саати, 1993]. Он взят в качестве алгоритмической основы для ранжирования элементов иерархических структур (целей, критериев), необходимого в процессе анализа и отбора альтернатив.

В этом исследовании рассматривается физическая уязвимость зданий, однако применяемая методология может быть перенесена на другие объекты риска, такие как инфраструктура или сельскохозяйственные поля. Кроме того, возможно включение социально-экономических аспектов (для оценки соответствующей уязвимости), таких как доход, уровень образования, уровень осведомленности населения и т.д.

Ниже кратко изложены основные идеи алгоритма МАИ.

На первом этапе конструируется многоуровневая иерархическая структура (цели, критерии и т.п.), горизонтальные элементы которой должны быть максимально независимы. Устанавливается шкала для перевода качественных суждений в числовые оценки. Чаще всего используется арифметическая шкала от 1 до 9 или геометрическая (например, по степеням двойки 2^s , со степенями 0, 1/2, 1, 3/2, 2, 5/2, 3, 7/2, 4). Экспертами по выбранной фиксированной шкале попарно индивидуально оценивается сравнительная значимость всех рассматриваемых показателей одного уровня с точки зрения элементов вышестоящего уровня иерархии. По результатам экспертных оценок составляется квадратная матрица парных сравнений $A=(a_{ij})$. Вычисляется вектор частных (условных) приоритетов w , в качестве которого используется собственный вектор, соответствующий максимальному собственному значению (λ_{\max}): $Aw=\lambda_{\max}w$. Далее производится нормирование вектора w . В качестве нормирующего делителя может выступать сумма координат (схема распределения приоритетов) или максимальный элемент (схема опорного приоритета).

По каждой матрице парных сравнений производится усреднение мнений экспертов (групповая оценка). Для большей надежности групповая оценка должна осуществляться различными способами (арифметическая средняя, геометрическая средняя, медиана и др.) с учетом весов экспертов и качества выполненной ими работы.

Для получения вектора полных (безусловных) приоритетов на нижестоящем уровне производится свертка «сверху-вниз» и вычисляются взвешенные суммы $w_i = W_i w_{i-1}$, где w_{i-1} – вектор аналогичным образом ранжированных показателей предшествующего уровня, W_i – матрица, столбцы которой являются векторами частных приоритетов показателей уровня i .

В предлагаемом подходе оценка уязвимости основана на выявлении переменных, которые характеризуют уязвимость объекта, подвергающегося риску, так называемых показателей уязвимости. В работе [Birkmann, 2006] индикатор уязвимости в контексте ОЯ определяется как «переменная, которая является оперативным представлением характеристики или качества системы, способная предоставлять информацию относительно восприимчивости и устойчивости системы к влиянию события, связанного с опасностью естественного происхождения».

Предлагается следующая иерархия для оценки уязвимости: на верхнем уровне находятся цели оценки, на следующем уровне индикаторы уязвимости, затем уровень возможных значений индикаторов и самый нижний уровень – это конкретные объекты, подверженные риску.

В качестве целей исследования уязвимости зданий могут выступать: предотвращение рисков, смягчение последствий ОЯ, организация управления в условиях чрезвычайной ситуации, пространственное планирование и т.д. МАИ позволяет одновременно указывать несколько целей в рамках единой алгоритмической процедуры.

Для следующего уровня иерархии необходимо определить характеристики объектов, подверженных риску, и их окружения, влияющих на физическую уязвимость. Информация, относящаяся к зданию, связана с такими характеристиками как материал, тип конструкции, количество этажей и т.д. Окружение здания все еще редко принимается во внимание, хотя оно может играть важную роль, предлагая защиту от ряда опасностей. В этой категории должны учитываться местные защитные сооружения, наличие растительности, влияние соседних зданий, расположение относительно источника опасности и т.д.

Ранжирование по важности выделенных индикаторов значительно различается в зависимости от типа опасности и приоритетов пользователя.

Зависимость от приоритетов пользователя задается в явном виде, поскольку верхний уровень иерархии соответствует целям, стоящим перед пользователем (лицом, принимающем решения (ЛПР)). Цель исследования может существенно повлиять на ранжирование индикаторов уязвимости. Например, высота здания может иметь большое значение для организации управления в ходе чрезвычайной ситуации, поскольку она позволяет осуществлять вертикальную эвакуацию, однако когда целью исследования является не угроза для жизни, а экономические потери, то высота здания может быть менее важной, чем доля здания, подвергшаяся воздействию. Наличие нескольких целей на первом уровне иерархии позволяет по-разному оценивать индикаторы уязвимости в зависимости от предпочтения ЛПР.

Тип опасности так же вносит вклад в ранжирование индикаторов уязвимости. Например, высота здания имеет большое значение во время наводнения, но не имеет такой же важности в случае обвала. Некоторые индикаторы могут иметь почти одинаковый уровень важности для всех рассматриваемых опасных процессов, например, материал или состояние здания, другие, такие как материал крыши или наличие подвала, имеют отношение только к определенному виду опасности. Поэтому для разных типов ОЯ составляются разные экземпляры иерархии, имеющие общую структуру, но отличающиеся весами значимости индикаторов.

Для каждого отдельного индикатора уязвимости выделяется несколько уровней значений, которые он может достигнуть. Например, для материала здания это могут быть «дерево», «кирпич», «железобетон»; для этажности здания – «один этаж», «два этажа», «три и более этажа»; для текущего состояния здания – «хорошее», «среднее», «плохое» и т.д. Эти оценки содержат информацию о том, в какой степени определенная характеристика способствует уязвимости здания.

Ранжирование уровней значений индикаторов уязвимости зависит только от типа ОЯ, в отличие от весов самих индикаторов, которые дополнительно зависят и от предпочтений ЛПР. Это основано на предположении, что, например, одноэтажное здание всегда более уязвимо для наводнений, чем двухэтажное здание независимо от целей оценки уязвимости. Таким образом, оценки частных векторов приоритетов уровней значений индикаторов могут быть выполнены один раз, сохранены в базу данных и использоваться в исследованиях уязвимости, имеющих разные цели.

На самом нижнем уровне иерархии расположены конкретные объекты (здания), подверженные риску. Ввиду сравнительно большого числа оцениваемых объектов и трудности проведения для них экспертной оценки, определение значений уровней показателей уязвимости целесообразно проводить на основе базы данных, связанной с ГИС.

Построив соответствующую иерархию для каждого типа ОЯ и применив к ней МАИ, получим значение индекса уязвимости для каждого здания из области исследования к конкретному типу ОЯ. Этот индекс уязвимости не зависит от интенсивности опасности, а скорее отражает относительную уязвимость каждого здания к различным опасностям исходя из целей, определенных пользователем.

После вычисления индекса уязвимости те элементы, которые на самом деле подвержены риску, идентифицируются посредством наложения информации о пространственном распространении ОЯ в ГИС.

В тех случаях, когда области ОЯ накладываются друг на друга, объекты могут подвергаться воздействию нескольких ОЯ. Поскольку это может привести к изменению уязвимости, необходимо учитывать подобные мульти-ОЯ. Одним из вариантов решения является использование весовых коэффициентов, отражающих относительную значимость конкретных типов ОЯ с учетом активности их взаимодействия. Пример расчета таких коэффициентов приведен в работе [Кулыгин, 2017].

Представленный подход представляет собой гибкий метод, который может быть применен для анализа уязвимости в контексте мульти-ОЯ, а также может быть скорректирован с учетом конкретных потребностей пользователей в ходе процесса принятия решений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-60043 мол_а_дк.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кулыгин В.В. Методика оценки взаимовлияния совокупности опасных природных явлений // Геориск. 2017. № 2. С. 30–37.

Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 314 с.

Birkmann J. Indicators and criteria for measuring vulnerability: theoretical bases and requirements // Measuring vulnerability to natural disasters. United Nations University Press, 2006. P. 55–77.

СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ВОДОПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ НА ЮГЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

Н.В. Лебедева

Азовский филиал Мурманского морского биологического института КНЦ РАН
Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
lebedeva@ssc-ras.ru

Повсеместно в европейской части России наблюдаются трансформация природных местообитаний и негативные тренды в динамике численности популяций водоплавающих птиц. Климатические изменения, нерациональное природопользование, изменение технологий сельскохозяйственного производства и др. – основные причины, которые могут объяснить устойчивые негативные тренды в динамике численности популяций водоплавающих птиц на юге европейской России. Министерством природных ресурсов РФ поставлена амбициозная задача – вдвое увеличить охотничьи ресурсы к 2020 г. Гусеобразные птицы – важнейшие охотничьи ресурсы в водно-болотных угодьях на Западном Маньчже (юг Европейской России). Однако в условиях трансформации местообитаний и снижения численности водоплавающих и околоводных птиц требуется разработка специальных мер и выделение государственных средств на эту работу.

Многолетние исследования, которые постоянно ведутся с 1980 г., выявили наличие устойчивого тренда снижения численности кряквы *Anas platyrhynchos*, других уток и серого гуся *Anser anser* к середине первого десятилетия XXI в. в водно-болотных угодьях Веселовского водохранилища. Для сохранения ресурсной ценности гусеобразных потребовалось восстанавливать их численность, одновременно снижая нагрузку на дикие популяции в охотничий сезон. Программа по восстановлению популяции кряквы, серого гуся и других видов на Веселовском водохранилище была начата в 2005 г. Инвестиции в фермерское разведение с последующей интродукцией уток в естественные условия позволили стабилизировать численность гнездовой популяции кряквы. Изучение процесса натурализации искусственно выращенной кряквы в естественных местообитаниях на водохранилище позволило выявить особенности дисперсии молодых птиц, размножения, кормового поведения и др. Кольцевание подтвердило высокую долю «фермерских» уток в добыче охотников. Эти меры позволили снизить охотничий пресс на дикую популяцию кряквы. Цветное мечение и новые технологии помогли выяснить пространственное размещение серого гуся в период размножения, миграции и зимовки, выяснить места «ближних» и «дальних» зимовок, оценить эффективность внедряемой стратегии по управлению популяциями модельных видов.

Были разработаны и экспериментально апробированы методы насыщения охотничьих угодий водоплавающей дичью за счет адаптации «фермерских» птиц в природных биотопах, формирования новых локальных группировок в местах проведения охоты, поддержания зимующих популяций в неблагоприятных погодных

условиях. Проведение наблюдений за численностью и пространственным размещением птиц на Западном Маныче позволило получить современные представления о состоянии не только локальных популяций, но и о ресурсах водоплавающих и околоводных птиц во время миграционных остановок в этом районе, а также о доле изъятия птиц во время охоты. Были выяснены важнейшие характеристики местообитаний, способствующие повышению их экологической ёмкости и таким образом – формированию скоплений птиц: наличие и доступность кормовых ресурсов, благоприятный гидрологический режим водоемов. Экспериментальные зоны покоя для мигрирующих и зимующих птиц, созданные в районе Веселовского водохранилища, позволили существенно увеличить экологическую емкость водно-болотных угодий. На модельных участках были реализованы практические мероприятия по улучшению качества местообитаний птиц. Эти меры позволили увеличить численность скоплений в зонах покоя на Веселовском водохранилище и соответственно внести вклад в сохранение важных биологических ресурсов Российской Федерации.

Таким образом, процесс управления биологическими ресурсами становится эффективным тогда, когда одновременно с мониторингом ресурсов осуществляются конкретные инвестиционные проекты по их восстановлению и поддержанию.

РАЙОНИРОВАНИЕ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ПО МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ С ПОМОЩЬЮ ГИС

Л.В. Сердюк, Л.А. Беспалова, В.И. Плетенева

Южный федеральный университет, Институт наук о Земле, г. Ростов-на-Дону
larisa-kropyanko@yandex.ru

Заболеваемость населения Азово-Чёрноморского побережья Ростовской области и Краснодарского края постоянно растет. Это связано, с одной стороны, с ростом доли пожилого населения и с более эффективной диагностикой заболеваний с помощью новых медицинских методов, с другой стороны, с неэффективностью системы профилактики и предотвращения заболеваний. Заболеваемость является одним из важнейших критериев, характеризующим здоровье населения, показатели которого отражают реальную картину жизни населения и позволяют выявлять проблемные ситуации для разработки конкретных мер по охране здоровья населения и его улучшения в общегосударственном масштабе. В этой связи тема данного исследования является весьма интересной и актуальной.

В основу медико-географической оценки положены данные статистических сборников Росстата, Краснодарстата, данные территориального управления Роспотребнадзора по Ростовской области и Краснодарскому краю, а также литературные источники. Исследование выполнялось на основе аналитических и статистических методов обработки географической информации, балльных оценок и классификаций, геоинформационного анализа и картографирования с использованием ГИС Panorama 10.8.2.

Важный этап оценки – изучение влияния природных и антропогенных факторов на здоровье населения Азово-Чёрноморского побережья. К природным факторам относятся: температура и влажность воздуха, атмосферное давление, солнечная радиация; к антропогенным – загрязнение атмосферы, атмосферный воздух и водные ресурсы. Так как исследуемая территория находится на юге страны и славится своими жаркими пляжами и солнечными днями, то такие природные факторы, как температура воздуха и солнечная радиация, будут иметь большое влияние на здоровье населения [Поволоцкая, Склад, 1988].

Состояние здоровья населения – это комплексная социально-гигиеническая характеристика состояния жизнедеятельности населения. Здоровье населения находится в зависимости от состояния внешней среды – социальной (условий труда и быта) и физической (климата, воздуха, воды, почвы). Социальная среда, помимо условий труда, жилища, питания, отдыха, характеризуется также состоянием медико-санитарной помощи населению – сетью лечебно-профилактических учреждений и качеством их деятельности [Куролоп, 2008].

Для анализа здоровья населения в качестве показателей взято распространение таких болезней, как: туберкулез, злокачественные новообразования, алкоголизм, наркомания и токсикомания, алкогольные психозы, психические расстройства, прерывание беременности, сифилис, гонорея. Исследование распространения болезней основывалось на методе балльных оценок и классификаций [Коробов, Тутыгин, 2010]. На основе шкалы Харрингтона выделено пять кластеров с различной степенью возникновения каждого вида учтенных заболеваний: очень сильная, сильная, средняя, слабая и очень слабая (пример представлен в табл. 1) [Harrington, 1965]. Ранжирование показателей выполнялось методом линейной интерполяции по формуле:

$$P = (A_{\max} - A_{\min}) / n,$$

где P – ранг, A_{\max} – максимальное значение показателя, A_{\min} – минимальное значение показателя, n – количество рангов [Коробов, Тутыгин, 2010].

Таблица 1

РАНЖИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Туберкулез, на 100 тыс. чел.	Ранг	Степень
67,34–75,40	5	Очень высокая
59,28–67,34	4	Высокая
51,22–59,28	3	Средняя
43,16–51,22	2	Ниже средней
35,10–43,16	1	Низкая

По результатам проведенной работы на основе данных, представленных в таблице 2, в ГИС Raportа 10.8.2. была создана база электронных карт, которые иллюстрируют распространение каждого из заболеваний по побережью Азовского и Чёрного морей. Благодаря тому, что каждый показатель был разбит на одинаковое количество рангов, стало возможным использование интегральной оценки для зонирования территории по медицинским показателям для выделения районов с наиболее сложной ситуацией заболеваемости населения (рис. 1) [Кропянко и др., 2015].

Таблица 2

ПОКАЗАТЕЛИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ
АЗОВО-ЧЁРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

№ п/п	Районы	Туберкулез, на 100 тыс. чел.	Злокачественные новообразования, на 100 тыс. чел.	Алкоголизм, на 100 тыс. чел.	Наркомания и токсикомания, на 100 тыс. чел.	Алкогольные психозы, на 100 тыс. чел.	Психические расстройства, на 100 тыс. чел.	Сведения о прерывании беременности (в сроки до 28 недель), на 1 тыс. женщин фертильного возраста	Сифилис, на 100 тыс. чел.	Гонорея, на 100 тыс. чел.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Неклиновский (вкл. г/о Таганрог)	47,5	343,2	63,8	2,3	4,6	2589,1	15,40	25,5	9,3
2	Азовский	75,4	388,7	33,7	5,4	16,3	5609,5	27,80	16,3	8,7
3	Щербиновский	48,1	338,3	26,8	0,0	8,1	2821,5	11,05	13,4	8,1
4	Ейский	50,5	353,3	86,6	11,4	10,6	3804,3	9,17	18,4	28,4
5	Каневской	49,5	412,3	88,7	22,4	7,8	3466,8	14,22	14,6	12,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	Приморско-Ахтарский	35,1	397,7	81,2	5,0	13,3	3611,0	15,0	11,6	11,6
7	Славянский	52,1	362,4	97,4	9,3	9,3	3676,6	35,09	14,7	17,8
8	Темрюкский	51,1	325,6	33,1	1,7	15,3	2859,2	13,73	25,4	3,4
9	г/о Анапа	50,3	347,2	52,8	10,2	13,5	2048,7	27,8	34,5	14,9
10	г/о Новороссийск	62,1	397,1	29,5	3,7	28,5	2805,7	13,94	18,8	8,4
11	г/о Геленджик	55,1	431,9	3,3	1,1	1,1	2233,9	34,0	36,2	18,6
12	Туапсинский	61,4	432,9	46,6	4,7	3,2	3128,5	26,41	18,2	15,0
13	г/о Сочи	41,6	455,3	23,7	15,4	11,9	3002,0	17,99	21,4	30,1

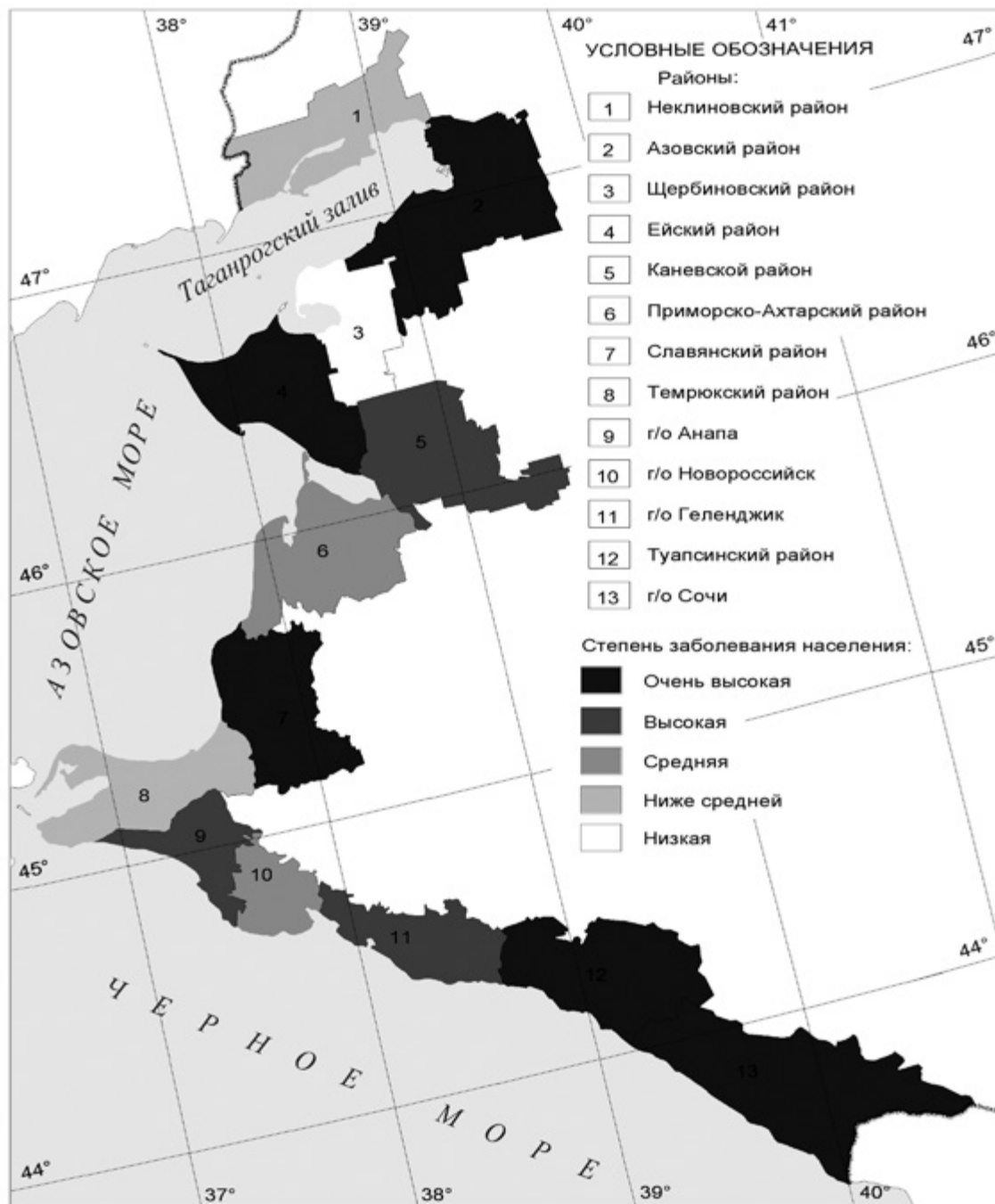


Рис. 1

Зонирование Азово-Чёрноморского побережья по медицинским показателям

Проведенные исследования показали, что в кластер с очень высокой степенью заболевания населения входят Азовский, Ейский, Славянский и Туапсинский районы, а также городской округ (г/о) Сочи. Доля населения с таким показателем заболеваемости очень высокая и составляет 44 %. Каневской район, г/о Анапа и Геленджик характеризуются высокой степенью заболевания населения, что составляет 16 % от всей численности проживающих людей на исследуемом побережье.

В Туапсинском районе и г/о Анапа, Сочи и Геленджик наиболее часты, по сравнению с остальными районами, злокачественные новообразования (455–432 на 100 тыс. чел. при среднем по побережью 384 на 100 тыс. чел). Также для черноморского побережья отмечается высокая доля заболевания сифилисом и гонореей (55 на 100 тыс. чел. в г/о Геленджик при среднем по побережью 35). В Ейском, Каневском и Славяновском районах зафиксировано максимальное количество больных алкоголизмом более 90 на 100 тыс. чел., это в 2 раза выше средних показателей для побережья, а также наркоманией и токсикоманией (максимум в Каневском районе 22,4 на 100 тыс. чел. при среднем по побережью 7). Азовский район отличается повышенными показателями больных туберкулезом (75 на 100 тыс. чел. при среднем по побережью 52). Славяновский район и г/о Геленджик выделяются максимальным количеством случаев прерывания беременности (35 на тыс. чел., это на 50 % выше, чем в остальных муниципальных районах Азово-Чёрноморского побережья).

К территориям со средней степенью заболеваемости населения относятся Приморско-Ахтарский район и г/о Новороссийск – это составляет 16 % от общей численности населения побережья. Неклиновский и Темрюкский районы относятся к районам со степенью заболеваемости ниже средней, здесь проживает 22 % населения. В этих районах распространены такие заболевания, как алкоголизм и алкогольные психозы, остальные виды болезней имеют среднюю и низкую степень проявления.

Щербиновский район относится к территориям с низкой степенью возникновения учтенных заболеваний, т.е. всего 2 % населения Азово-Чёрноморского побережья относительно здоровы.

В последние годы в Ростовской области и Краснодарском крае наметились неблагоприятные тенденции изменения показателей заболеваемости, определился ряд классов заболеваний, имеющих относительно высокие уровни в регионе, выделилась группа ранее редко встречавшихся заболеваний. Подобные процессы в динамике заболеваемости обычно связывают с воздействием факторов окружающей среды, демографической ситуацией (старение населения), социально-экономическими показателями (низкий уровень доходов населения, вредные привычки) и низким уровнем медицинского обслуживания, в особенности для сельских районов. Проведенное исследование позволило выделить районы с высокими показателями заболеваемости населения. Анализ этих данных может служить основой для выработки управленческих решений по оптимизации деятельности системы здравоохранения, сохранению и улучшению здоровья населения приморского региона Ростовской области и Краснодарского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Коробов В.Б., Тутыгин А.Г. Классификационные методы решения эколого-экономических задач: монография / Поморский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск, 2010. 309 с.

Кропянка Л.В., Беспалова Л.А., Беспалова Е.В. Оценка Азово-Чёрноморского побережья Ростовской области и Краснодарского края по степени благоприятности природной среды и уровню антропогенного воздействия для эффективного развития экономики региона // Интернет-журнал «Наукovedение». 2015. Том 7. № 2. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/63EVN315.pdf>

Куролап С.А. Медико-географическая оценка атмосферных факторов, влияющих на население промышленного мегаполиса (на примере г. Воронежа) // Проблемы региональной экологии. 2008. № 3. С. 183–189.

Поволоцкая Н.И., Скляр А.П. Тепловой режим человека и модель биологического действия ультрафиолетовой солнечной радиации на курортах Северного Кавказа // Комплексные биоклиматические исследования. М., 1988. С. 33–41.

Harrington E.C. The desirable function // Industrial Quality Control. 1965. Vol. 21. No. 10. P. 124–131.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕЛЬТЕ ДОНА

А.Е. Цыганкова^{1,2}, И.В. Шевердяев^{1,2}, С.В. Бердников^{1,2}, В.В. Сорокина³

¹ Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

² Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

³ Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

aetsygankova@yandex.ru

В рамках проекта Российского географического общества «Интегральная оценка эколого-геохимического состояния аквальных систем устьевой области Дона» (грант РФФИ 13-05-41528 РГО_a) с 2014 по 2017 г. проводились исследования с целью количественной параметризации геохимических потоков соединений тяжелых металлов (ТМ) и биогенных элементов. Проект является совместной работой географического факультета МГУ, Южного научного центра РАН, Института аридных зон ЮНЦ РАН, кафедры океанологии Южного федерального университета.

Оценка поступления металлов в дельту Дона и в прибрежные морские воды интересна как для изучения баланса вещества в биогеохимических циклах, так и возможным негативным влиянием повышенных концентраций металлов на качество вод. Таким образом, одной из задач является изучение влияния устьевой области на изменение форм миграции химических соединений, поступающих со стоком р. Дон, в результате совместного действия комплекса физико-химических, биогеохимических и гидродинамических процессов. Выделить при этом влияние отдельных факторов бывает затруднительно. Существенную помощь при решении этих проблем может оказать математическое моделирование.

Модельные расчеты используются для представления переноса соединений тяжелых металлов в растворенной и взвешенной формах в различных гидрологических условиях с целью оценки барьерной роли дельты на пути потока элементов и баланса соединений ТМ в устьевой области р. Дон.

Имеется опыт применения математического моделирования для изучения закономерностей переноса и седиментации соединений ТМ в экосистеме Белого моря [Бердников, 2005; Бердников, Цыганкова, 2004; 2007] и искусственных радионуклидов в экосистемах Баренцева [Усягина, Бердников, 2013] и Азовского морей [Матишов и др., 2004; 2006; 2007; Сорокина, Бердников, 2008].

Для этого предложен подход [Бердников и др., 2014], направленный на разработку и применение мультикомпарментальной балансовой модели для изучения динамики соединений тяжелых металлов в экосистеме Азовского моря с детализацией для устьевой области. Применение методики балансовых расчетов содержит ряд этапов. Подробное описание последовательности этапов мультикомпарментальной балансовой модели для количественной параметризации геохимических потоков соединений тяжелых металлов (ТМ) в устьевой области Дона представлено в работе [Цыганкова, Бердников, 2015].

На первом этапе применяется модуль гидрологического режима, куда входят балансовые модели водного обмена, солёности, температуры воды и характеристик ледового режима.

Для оценки потоков воды в дельте Дона в условиях сгонно-нагонных явлений применяется модифицированная для более подробного анализа пространственно-временных особенностей поведения ТМ в дельте Дона гидрологическая модель HEC-RAS (<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms>), с помощью которой проведен расчет динамики затопления в дельте Дона при наложении экстремального нагона и повышенного расхода в Дону. Для этого в качестве динамики уровня в Таганрогском заливе (на западной границе расчетной области) был задан восстановленный ход уровня в х. Донском во время экстремального нагона 23–24 сентября 2014 г., в Дону был задан расход 690 м³/с. В результате получена динамика затопления во время основных фаз затопления через 14, 19, 31 и 57 ч.

Для изучения миграции соединений ТМ в дельте Дона в условиях нестабильного (нагон) и стабильного (естественного) гидрологических режимов выполнена серия вычислительных экспериментов, показывающих особенности изменений уровня в основных рукавах дельты Дона.

На втором этапе для расчета переноса и седиментации взвешенных веществ используется подход, предложенный в работе [Сорокина, Бердников, 2008]. В качестве переменных состояния рассматриваются пять размерных фракций взвешенных частиц: пелитовая, мелко- и крупноалевритовая, мелко- и среднепесчаная (средний размер частиц 0,005; 0,03; 0,075; 0,15 и 0,5 мм соответственно).

По мере удаления от вершины дельты концентрация взвеси закономерно снижается примерно в 2 раза по основным рукавам и значительно больше для более мелких рукавов. Таким образом, несущей способности потока воды недостаточно, чтобы удерживать (в модели) частицы во взвешенном состоянии даже при столь низкой скорости осаждения, которая находится на пределе, определяемом гидравлической крупностью частиц и данными о гранулометрическом составе взвешенных наносов в дельте по данным наблюдений.

В результате модельных расчетов получен баланс взвешенного вещества. Всего за 5 суток расчета в дельту поступает 37,1 тыс. т взвеси, из них 4,5 тыс. т с речными водами, остальные 87,9 % из Таганрогского залива. При этом осаждается в дельте 36,1 тыс. т, или 97,5 %.

Согласно работе [Матишов и др., 2014] в дельте Дона выделяется пять зон: 0, I, II, III и IV для анализа пространственного изменения концентраций общей взвеси и разных форм соединений тяжелых металлов: от вершины дельты (0-I зоны) к устьевому участку (IV зона) (рис. 1).

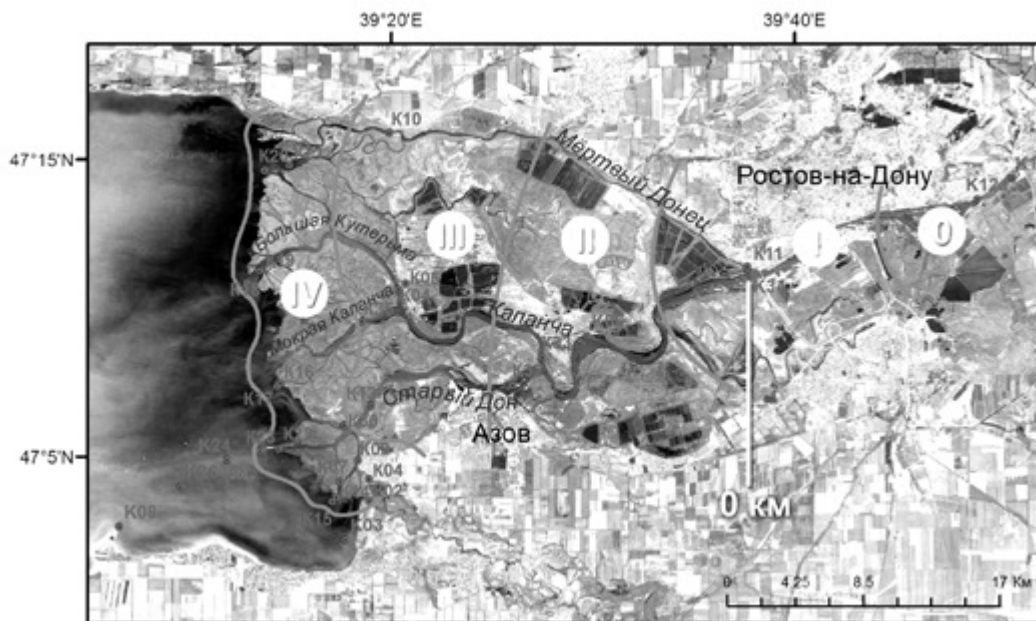


Рис. 1

Карта-схема зонирования дельты р. Дон и станций определения гидролого-гидрохимических параметров среды

Исходя из этого зонирования осевший материал распределяется следующим образом при воздействии нагона. На зону IV приходится 58 % осевшего материала, на промежуточные зоны – III и II в целом 37 % или соответственно 23 % и 14 % и всего 5 % оседает в верхних дельте (зона I). При отсутствии нагонов процентное распределение взвеси имеет обратный характер: в зоне I осело 59,7 %, а в зоне 2–38,5 %, остальное, около 2 % – в зонах III и IV.

Третий этап исследований связан с моделированием переноса химических соединений, имеющих растворенную и взвешенную формы миграции.

Разрабатываемая в рамках проекта математическая модель миграции соединений ТМ в дельте Дона и устьевой области предполагает учет рассмотренных выше процессов и факторов, нуждается в количественной оценке параметров математической модели и некоторых внешних потоков ТМ. Для этого определялись в результате натурных исследований и лабораторных экспериментов ключевые для данной модели параметры, такие как коэффициенты распределения, представляющие собой равновесное отношение концентраций ТМ в породе и водном растворе – K'_p , K_p [Цыганкова и др., 2016].

Результаты рассмотренных выше расчетов динамики взвешенных веществ существенно определяют и динамику соединений ТМ в дельте Дона, особенно для мигрирующих преимущественно во взвешенной форме.

Для соединений ТМ, мигрирующих в р. Дон преимущественно в растворенной форме (на примере меди), вариации концентраций при нагонах и сгонах не столь значительны, как для остальных микроэлементов, основной формой миграции которых является взвешенная форма (на примере свинца).

Важно подчеркнуть, что вариации гидрологического режима в дельте Дона, обусловленные сгонно-нагонными явлениями и изменением его стока, прежде всего определяют изменчивость наблюдаемых здесь концентраций соединений ТМ как в растворенной, так и взвешенной формах. Для детального понимания этого

процесса проведен вычислительный эксперимент, имитирующий ситуацию нагона [Бердников и др., 2017]. По результатам этого эксперимента показано, что в период затопления дельты Дона в водах существенно изменяется состав соединений ТМ, происходит поглощение микроэлементов растительностью и почвой, также возможен и обратный переход подвижных форм этих элементов из почвы в воду.

Таким образом, разработанная модель гидролого-гидрохимического режима дельты Дона является хорошей основой для изучения закономерностей и механизмов преобразования жидкого, твердого и химического стока Дона на пути в Азовское море.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бердников С.В. Разработка и применение математических моделей для прогнозирования изменений гидрохимического режима в устьевых областях и на шельфе северных морей России // Современные информационные и биологические технологии в освоении ресурсов шельфовых морей. М.: Наука, 2005. С. 60–82.

Бердников С.В., Цыганкова А.Е. и др. Модельный подход к изучению влияния устьевой области на изменение форм миграции химических соединений, поступающих с донским стоком // Экология. Экономика. Информатика: сб. статей II Междунар. конф. Азовское море, Керченский пролив и предпроливные зоны в Чёрном море: проблемы управления прибрежными территориями для обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования (7–12 сентября 2014 г.). Т. 2. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2014. С. 227–232.

Бердников С.В., Цыганкова А.Е. Математическое моделирование влияния гидрологических и литодинамических процессов на перенос и накопление химических соединений в Белом море // Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей североευропейского бассейна. Вып. 2. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. С. 334–380.

Бердников С.В., Цыганкова А.Е. Применение балансовых моделей для оценки седиментации терригенного материала в Белом море и его выноса в арктический бассейн // Экологический вестник научных центров Чёрноморского экономического сообщества (НЦ ЧЭС). 2004. № 3. С. 29–41.

Бердников С.В., Цыганкова А.Е., Алешина Е.Г. Влияние нагонов на миграцию соединений тяжелых металлов в дельте Дона: полевые исследования и лабораторные эксперименты // Экология. Экономика. Информатика: сб. статей. В 2 т. Т. 1: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. Вып. 2. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. С. 159–164.

Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М. и др. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. М.: Наука, 2006. 304 с.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г. и др. Структура потоков радионуклидов в Азовском море // Изв. АН. Серия геогр. 2004. № 3. С. 84–91.

Матишов Д.Г., Касаткина Н.Е., Бердников С.В. Математическое моделирование динамики ^{137}Cs в воде и донных отложениях Азовского моря в период 1960–2006 гг. // Экологический вестник научных центров НЦ ЧЭС. 2007. № 2. С. 20–27.

Матишов Д.Г., Сорокина В.В. и др. Интегральная оценка эколого-геохимического состояния аквальных систем устьевой области Дона // Отчет о научно-исследовательской работе. Ростов н/Д, 2014. 68 с.

Сорокина В.В., Бердников С.В. Математическое моделирование терригенного осадконакопления в Азовском море // Океанология. 2008. Т. 48. № 3. С. 456–466.

Усягина И.С., Бердников С.В. Моделирование динамики ^{137}Cs в воде и донных отложениях Баренцева и Белого морей в период 1960–2010 гг. // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: мат-лы XXIX межд. конф. (Мурманск, 27–29 марта 2013 г.). Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2013. С. 338–350.

Цыганкова А.Е., Бердников С.В. и др. Модельно-экспериментальный подход к изучению поведения соединений тяжелых металлов (Cu, Pb, Cd) в устьевой области Дона // Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии: мат-лы Межд. конф. и молодежной научн. конф. памяти члена-корр. РАН Д.Г. Матишова (г. Ростов-на-Дону, Россия, 5–8 сент. 2016 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. С. 476–479.

Цыганкова А.Е., Бердников С.В. Разработка мультикомпарментальной балансовой модели динамики соединений тяжелых металлов в устьевой области Дона // Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод: мат-лы научн. конф. с междунар. участием. Ч. 1 (г. Ростов-на-Дону, 8–10 сент. 2015 г.). Ростов н/Д, 2015. С. 381–384.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ РУСЛА р. АДАГУМ НА ПРОХОЖДЕНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ

И.В. Шeverдяев

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
ig71089@yandex.ru

В последние десятилетия на реках Северо-Западного Кавказа, Чёрноморском побережье и левых притоках Кубани дождевые паводки приводят к большому материальному ущербу, нередко с человеческими жертвами. Наибольший паводок по величине общественного резонанса в регионе произошел 6–7 июля 2012 г. Тогда осадки выпали на обширной территории от Новороссийска до Геленджика, в Крымском и Абинском районах и сформировали высокие краткосрочные паводки на р. Цемес, Яшамба, Адагум, Абин, Адегой, Адерба. В результате прохождения паводка по официальным данным в Крымске погибло 148 чел. [О ходе ...]. Наибольшее количество жертв отмечалось в г. Крымске и ст-це Нижнебаканской.

Были опубликованы разные точки зрения на причины большого количества погибших. Среди них отмечалось [Матишов и др., 2012], что главной причиной стали многочасовые интенсивные осадки на водосборах рек, которые привели к кратковременному прохождению больших объемов воды, быстро наполнивших русло, пойму и надпойменную террасу в ночные часы, обусловили стремительный и высокий скачок или скачки уровня воды в реках. В работе [Котляков и др., 2012] выделена особая роль проемов под капитальными мостами в Крымске (один железнодорожный мост и три автомобильных): бытовой и пойменный мусор создал пробку под мостами, это привело к подпору, затопившему пойму и надпойменную террасу. Другая точка зрения [Матишов и др., 2014] о влиянии мостовых переходов на прохождение паводка состоит в том, что количество этих сооружений в бассейне р. Адагум не позволяет выделить особую роль только основных мостов, были полностью разрушены или повреждены семь мостовых переходов (автомобильных и пешеходных). При этом проемы мостов представляли собой решето из стволов и веток деревьев, бытового мусора, однако водный поток не преграждался полностью. Поэтому резкий скачок обусловлен не влиянием одного-двух мостов, а, скорее, наложением влияния многих мостов и интенсивностью стокоформирующих процессов.

После прохождения паводка 6–7 июля 2012 г. в бассейне р. Адагум проводились работы по очистке долин рек от паводочного мусора. В 2014 г. начаты работы по защите территорий Крымского района Краснодарского края от негативного воздействия вод р. Адагум, Неберджай, Баканка [Выполнение подрядных работ ...]. Выполняются инженерные работы по преобразованию русла р. Адагум между истоком (слияние Неберджая и Баканки) и Варнавинским водохранилищем. Они включают спрямление, изменение шероховатости дна и бортов русла, формирование стандартных сечений и должны обеспечить способность русла пропускать паводки 1 % обеспеченности ($1040 \text{ м}^3/\text{с}$).

Наличие свободного доступа к документации трансформации русла р. Адагум позволяет провести расчеты сценариев затопления Крымска в условиях естественного и преобразованного русла и сравнить их между собой. Для этого в качестве материалов использовались:

1. Цифровые модели местности (ЦММ) естественного и преобразованного русла. Построение первого варианта (естественное русло) ЦММ проводилось в несколько этапов: оцифровка топографических данных из рабочей документации преобразования русла (точек со значениями высоты, линий перегиба, горизонталей, линий откосов и пр.); создание TIN-модели [Peucker et al., 1978] поверхности, преобразование ее в растр с пространственным разрешением $1 \times 1 \text{ м}$, наложение на полученный растр значений высоты зданий и сооружений (на основе данных Openstreetmap [OpenStreetMap contributors, 2015]). Вторым вариантом (преобразованное русло) ЦММ предусматривалось создание на основе данных проектной документации (продольных профилей бортов и дна проектируемых элементов русла, пространственного их размещения) растра деформированного русла и замещение им первого варианта ЦММ.

2. Расход воды при слиянии Баканки и Неберджая был рассчитан при реконструкции паводка в [Матишов, Клещенков, 2012].

3. Распределение шероховатости поверхности речной долины на основе данных рабочей документации и по данным OSM.

Для выполнения расчетов прохождения паводков в окрестностях Крымска использована гидрологическая модель HEC-RAS 5.0 [Department of The Army Corps ...]. В ней была настроена двумерная расчетная сетка, в ячейках которой рассчитываются значения высоты водной поверхности на основе динамики расходов или уровня, заданных на границах сетки. В гидрологической модели долины р. Адагум регулярная расчетная сетка деформируется линиями железнодорожной магистрали Крымск – Новороссийск, автомобильных мостов с примыкающими автодорогами Крымска: Авто 1, Авто 2, борта поймы. Для линий деформации заданы условия, имитирующие железнодорожную насыпь, мосты с проемами, для которых можно задавать режимы пропускной способности (закрывание, открывание во время паводка, разрушения и др.). Расчетная сеть содержит около 6,6 тыс. ячеек, средний размер которых составляет 2,5 тыс. м² (общая занимаемая площадь составляет 16,5 км²), и охватывает пространство окрестностей Крымска выше города и большую часть города.

Для имитации влияния железнодорожного моста перед Крымском и автомобильного мостов в створе ул. Новороссийской на прохождение паводка были проведены расчеты при различных режимах пропускной способности проемов мостов.

Для определения влияния мостовых проемов на прохождение паводка были проведены расчеты по трем сценариям:

1. С открытыми проемами на протяжении всего расчетного периода (высота свободного проема железнодорожного моста составляет 8,5 м, автомобильного – 7 м).

2. С закрытыми проемами с начала расчетного периода (высота свободных проемов мостов на первый час составляет максимальные значения – как в первом варианте, а со второго часа расчетного периода – 0 м для обоих мостов).

3. Проемы мостов открыты как в первом сценарии до 21:00 6 июля, затем закрываются наглухо к 00:00, затем прорываются в 03:00 7 июля; свободная высота составляет 8 и 6,5 м соответственно.

Рассчитанные зоны затопления по сценариям представлены на рисунках 1–3 как сравнение зон затопления при естественном русле (части А), преобразованном русле (части Б) и разнице между ними (части В). Также представлены ключевые мосты – железнодорожный и автомобильный, транспортные магистрали и городская застройка.

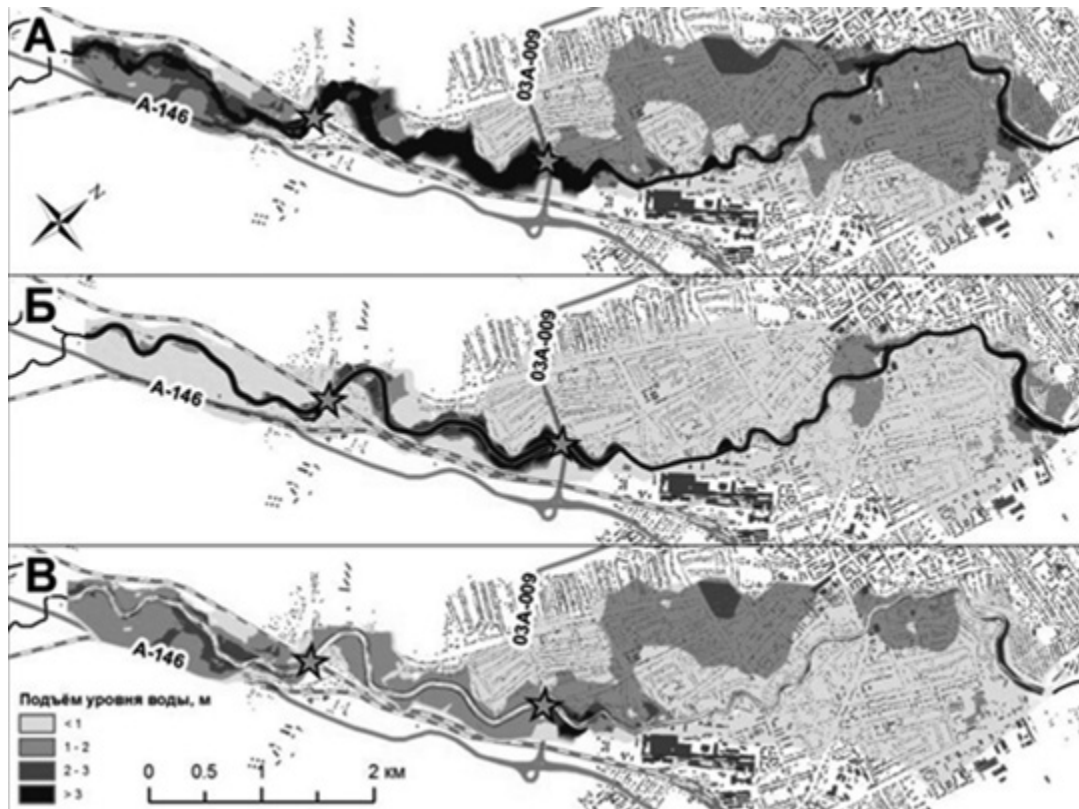


Рис. 1

Глубины затопления территории в условиях открытых проемов мостов (сценарий 1) при естественном (А), канализованном (Б) русле и разнице между ними (В)

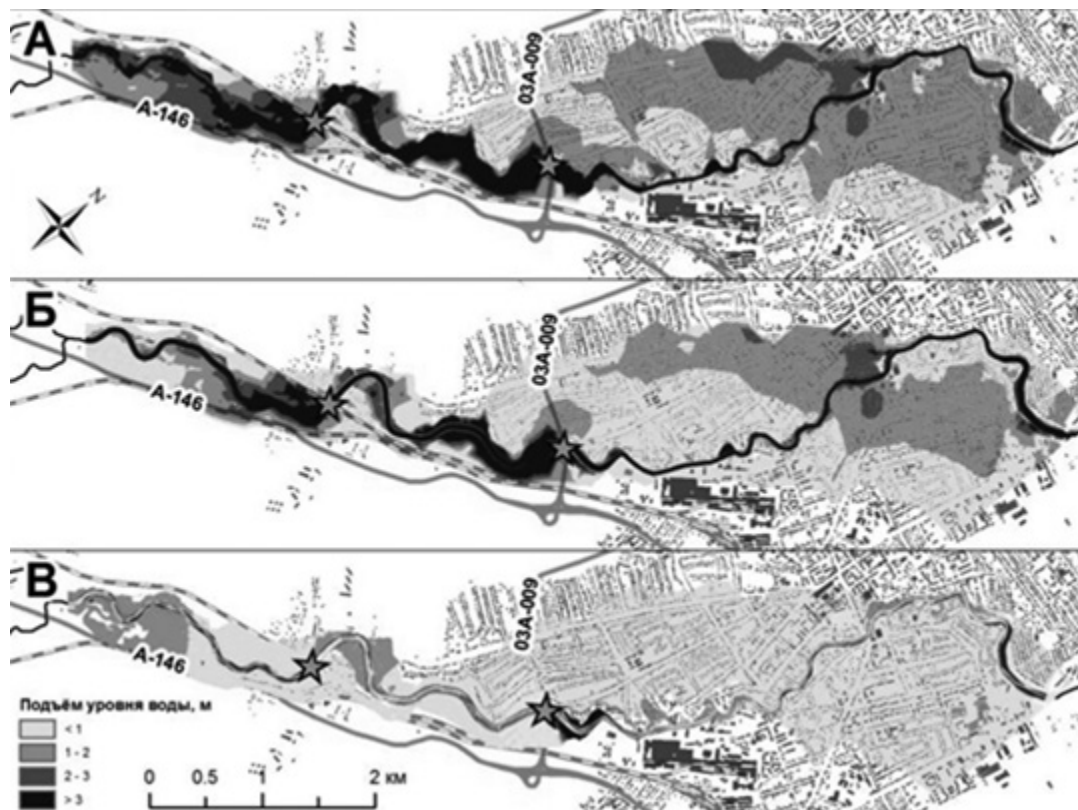


Рис. 2

Глубины затопления территории в условиях закупоренных проемов мостов (сценарий 2) при естественном (А), канализованном (Б) русле и разница между ними (В)

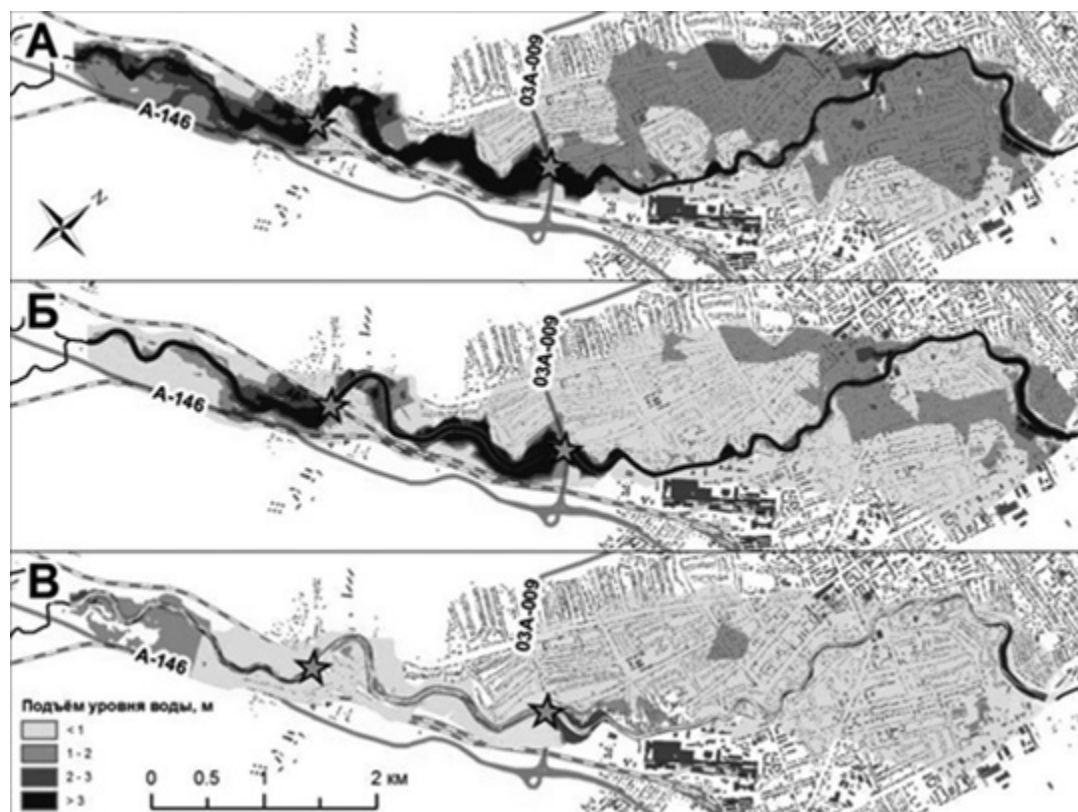


Рис. 3

Глубины затопления территории в условиях переменной пропускной способности мостов (сценарий 3) при естественном (А), канализованном (Б) русле и разница между ними (В)

Полученные результаты показывают, что с точки зрения площади и глубины канализованное русло показывает эффективность в условиях открытых проемов мостов и снижает средний уровень воды. В то же время при условии закупоривания мостовых проемов мусором трансформация морфологии русла р. Адагум не приводит к ощутимому сокращению площадей и глубины зоны затопления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Выполнение подрядных работ по объекту: «Защита территорий Крымского района Краснодарского края от негативного воздействия вод рек Адагум, Неберджай, Баканка». Вынос инженерных коммуникаций» Закупка № 0318200063914002445. URL: <http://zakupki.gov.ru/epz/order/notice/ea44/view/common-info.html?regNumber=0318200063914002445> (дата обращения: 14.04.2016).

Котляков В.М., Десинов Л.В., Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Лихачева Э.А., Маккавеев А.Н., Медведев А.А., Рудаков В.А. Наводнение 6–7 июля 2012 года в Крымске // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2012. 6: 80–88.

Матишов Г.Г., Клещенков А.В. Кубанский паводковый кризис. Климат, геоморфология, прогноз. Крымск, июль 2012 г. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. 128 с.

Матишов Г.Г., Клещенков А.В., Шевердяев И.В. Катастрофический паводок на Западном Кавказе в июле 2012 года: причины и последствия // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. 2014. 4: 291–303.

Матишов Г.Г., Клещенков А.В., Шевердяев И.В. Результаты экспедиционных исследований в районе паводка на Западном Кавказе (июль 2012 г.) // Вестник Южного научного центра. 2012. 8(4): 101–104.

О ходе расследования уголовных дел, возбужденных по фактам массовой гибели людей вследствие наводнения в Краснодарском крае. Официальный сайт Следственного комитета Российской Федерации. URL: <http://sledcom.ru/news/item/516385>

Department of the Army Corps of Engineers Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center. <http://www.hec.usace.army.mil> (дата обращения: 02.06.2016).

OpenStreetMap contributors. (2015) Planet dump [Data file from 20.03.2017]. Retrieved from <https://planet.openstreetmap.org>

Peucker T.K. et al. The triangulated irregular network // Amer. Soc. Photogrammetry Proc. Digital Terrain Models Symposium. 1978. 516.

**ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«АКВАКУЛЬТУРА: МИРОВОЙ ОПЫТ
И РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ»**

СОВРЕМЕННЫЕ BIOTEХНОЛОГИИ АКВАКУЛЬТУРЫ ЮГА РОССИИ

Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, М.Н. Сорокина

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
kafavb@mail.ru

Продовольственная независимость в условиях санкций требует наладить промышленное рыбное хозяйство, поднять уровень производства высококачественной продукции аквакультуры и биотехнологии приблизиться к мировому уровню [Матишов и др., 2017].

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642, определяет в качестве приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации на ближайшие 10–15 лет направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг и устойчивого положения России на внешнем рынке. Такие направления должны обеспечить переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, в том числе создание безопасных и качественных функциональных продуктов питания.

В условиях, когда уловы океанической рыбы и других морепродуктов сокращаются, а рыбные запасы внутренних водоемов находятся в критическом состоянии и поддерживаются в основном за счет искусственного воспроизводства, единственным надежным источником увеличения объемов пищевой рыбопродукции является аквакультура, которая набирает высокие темпы и составляет уже 44 % от общего объема производства рыбной продукции в мире [Доклад ФАО, 2014; Ponomareva, Matishov, 2015].

Главная цель стратегии развития аквакультуры России – надежное обеспечение населения страны широким ассортиментом рыбопродукции отечественной аквакультуры по ценам, доступным для населения с различным уровнем доходов. Но темпы увеличения производства остаются низкими. Доля продукции аквакультуры от общего объема добычи составляет 3 % [Медведев, 2014].

Анализ состояния рыбохозяйственной отрасли южных регионов как стратегического ресурса жизнеобеспечения населения показал, что роль отрасли в структуре экономики Юга России в настоящее время незначительна и не превышает 0,1 % от величины валового регионального продукта субъектов ЮФО РФ. Производство товарной рыбной продукции увеличено в 2016 году на 10 % по сравнению с 2015 годом, что составило 46 % от общего объема производства рыбы в стране.

На юге России расположено 800 предприятий различного типа, включая фермерские, государственные и заводы по воспроизводству различных видов рыб. Расширение прудовых площадей, увеличение количества фермерских хозяйств и использование интенсивных методов аквакультуры за последние годы позволили получить 61,7 тыс. тонн товарной продукции и задействовать в отрасли более 4000 человек. Однако аквакультура как отрасль рыбного хозяйства южных регионов России, расположенных на территории Азовского и Каспийского бассейнов, развита слабо из-за отсутствия рационального управления.

Гидрологические, климатические и экономические условия Каспийского и Азовского бассейнов позволяют успешно развивать все существующие направления аквакультуры: от искусственного воспроизводства ценных видов рыб до товарного выращивания рыб прудовым, пастбищным и индустриальным методами.

Южный федеральный округ характеризуется наиболее благоприятными природно-климатическими условиями для сельскохозяйственного рыбоводства, и здесь должны получить развитие все направления производства: прудовое, индустриальное рыбоводство на теплых водах электростанций, форелеводство в предгорных районах, пастбищное рыбоводство в озерах, лиманах и водохранилищах. Учитывая обилие в ЮФО малых водохранилищ комплексного назначения и наличие резерва трудовых ресурсов, можно уверенно прогнозировать широкое развитие фермерского рыбоводства. Объем продукции сельскохозяйственного рыбоводства региона в 2016 году доведен до 73,7 тыс. тонн, в целом по стране – до 173,9 тыс. тонн. Основные объекты сельскохозяйственного рыбоводства – карп, растительноядные рыбы, форель, веслонос и осетровые, более редкие – буффало, клариевые сомы и тилапия.

Перспективные направления развития аквакультуры в южных регионах России.

– *Пастбищная аквакультура* – одно из направлений, которое дает возможность получения продукции гидробионтов при использовании биопродукционного потенциала водоемов.

Биотехнологии пастбищного рыборазведения можно применять в Астраханской, Ростовской областях

и Краснодарском крае. Использование ильменей Астраханской области перспективно для выращивания в поликультуре осетровых (бестера, веслоноса), растительоядных (белый амур, белый толстолобик). В Ростовской области и Краснодарском крае перспективно развитие в солоноватоводных лиманах пастбищного рыбоводства по выращиванию различных видов кефалей. На территории Республики Калмыкия и Ростовской области имеется большое количество водохранилищ и озер, которые также можно использовать для пастбищной аквакультуры.

– *Прудовое рыбоводство* – одно из направлений, которое использует прудовые площади и экстенсивные технологии для получения товарной рыбной продукции. В Краснодарском крае площади нагульных прудов составляют около 50 тыс. га, в Ростовской области – 22,7 тыс. га, большие рыбоводные площади имеются в Астраханской области. Следует отметить, что имеются и передовые производства, такие как ООО «Рыбколхоз им. Абрамова» в Ростовской области, где объем производства товарной рыбы составляет 4–4,5 тыс. тонн, в том числе 60–65 % двухлеток карпа средней массой 1,5–2,5 кг. В производстве используются интенсивные технологии, корма собственного изготовления [Склярков и др., 2012].

Для южных регионов России нужно использовать интенсивные технологии выращивания товарной рыбы и рыбопосадочного материала с выходом 17–24 ц/га. Основными объектами прудового рыбоводства южных регионов являются карп и растительоядные рыбы. В последние годы наметилась тенденция расширения видового разнообразия выращиваемых рыб как за счет аборигенной ихтиофауны (лινь, щука, сом обыкновенный, карась, судак, окунь), так и за счет использования ранее акклиматизированных видов: канальный сом, пиленгас, веслонос, буффало.

– *Индустриальные формы рыбоводства (в садках, бассейнах, УЗВ и других рыбоводных емкостях)* получили интенсивное развитие в ЮФО в последние годы.

В России индустриальное рыбоводство развивается по следующим направлениям: садковые рыбоводные хозяйства на теплых водах и в водоемах с естественной температурой воды; бассейновые рыбоводные хозяйства с использованием пресной, солоноватой и морской воды; выращивание рыбы в установках с замкнутым циклом водообеспечения.

Индустриальные формы рыбоводства требуют определенных затрат, интенсивного кормления, электроэнергии. На Юге России развивается садковое и бассейновое рыбоводство, позволяющее получить в среднем с 1 м² свыше 100 кг товарной рыбы, сократить сроки производства, повысить степень интенсификации. Объектами садкового и бассейнового рыбоводства могут быть лососевые, осетровые, карповые и другие. Необходимо введение новых объектов, таких как судак, рыбец, африканский клариевый сом.

Особое внимание заслуживает разработка и совершенствование технологий, применяемых при выращивании гидробионтов в контролируемых условиях систем УЗВ. Для эффективного использования УЗВ необходимы разработки новых ресурсосберегающих технологий очистки воды и дальнейшее совершенствование уже имеющихся, создание специализированных высокопродуктивных породных групп осетровых и других высокоценных рыб, совершенствование методов ранней диагностики рыб по полу и прижизненного получения черной икры. Для целей воспроизводства в УЗВ можно выращивать посадочный материал и поставлять на рыбоводные хозяйства в ранние сроки.

На Юге России необходимо интенсивно развивать индустриальное форелеводство и осетроводство. Для этих целей можно использовать специализированные УЗВ для выращивания объектов на морской и пресной воде.

В индустриальных рыбоводных хозяйствах многих стран мира все большее признание получает бассейновый метод выращивания как посадочного материала, так и товарной рыбы с использованием соленой воды, особенно в форелеводстве. За счет смешивания морской и пресной воды в условиях черноморского побережья можно поддерживать температурный режим содержания и выращивания, аналогичный традиционному холодноводному форелеводству, а также тепловодный, позволяющий на всех этапах онтогенеза реализовывать потенциальные возможности радужной форели.

Для достижения наибольших успехов в форелеводстве необходимо использование высокопродуктивного племенного посадочного материала.

Научными организациями разработан и успешно внедрен на рыбоводных хозяйствах Юга России ряд научных и технических решений, новых биотехнологий в осетроводстве.

Высокая пластичность и приспособляемость осетровых рыб позволяют использовать для индустриального осетроводства практически любые типы хозяйств, включая садковые (тепловодные и морские), прудовые, бассейновые комплексы и установки замкнутого водоснабжения. При этом наилучших экономических показателей достигают садковые хозяйства на теплых водах и хозяйства комбинированного типа.

В ЮНЦ РАН разработана комплексная биотехнология получения экологически чистой осетровой рыбной продукции, позволяющая исключить климатические риски.

Биотехнология получения экологически чистой осетровой продукции представляет собой совокупность приемов и способов культивирования рыбы в полностью контролируемых условиях при использовании модульной установки-комплекса, построенной по типу интенсифицированного производства, основанного на современных научных достижениях.

Современные разработанные и модернизированные методы позволяют стабильно производить конечный продукт (товарная рыба, икра) в заданные сроки с нужными размерно-массовыми характеристиками, пользующимися спросом на рынке.

– *Рекреационная аквакультура* – выращивание объектов для спортивного и любительского рыболовства.

Развитие туристической и рекреационной деятельности в областных масштабах с учетом компенсационных мер по сохранению естественных биоценозов приведет к сохранению естественных гидробиоценозов и культурализации местного населения.

В последние годы широкое внедрение получили «зеленые» технологии, которые предусматривают общее экологическое управление (борьба с загрязнением воды, воздуха, управление отходами производства), производство энергии из возобновляемых источников (солнечная энергия, биотопливо), снижение вредных выбросов в атмосферу.

«Зеленые» биотехнологии весьма актуальны в южных регионах России, это может быть выращивание гидробионтов в установках замкнутого водообеспечения с использованием этажного культивирования рыбы, гидропоники (растений), раков и вермикультуры. Такие интегрированные биокомплексы, разработанные в ЮНЦ РАН с применением новых биотехнологий, занимают небольшие площади и могут быть использованы семейными рыбодобными фермами.

– *Марикультура* – выращивание морских гидробионтов. Марикультура имеет большие перспективы на Юге России.

На Чёрном море марикультура рассматривается в качестве перспективной отрасли рыбного хозяйства, так как это самое теплое из наших морей, имеющее к тому же большие площади мелководий в закрытых от волн заливах, лагунах и лиманах.

В настоящее время имеются все предпосылки для развития марикультуры моллюсков на Чёрном море: устойчиво растущий спрос на морепродукты, наличие заинтересованных инвесторов, прочная научная основа.

Таким образом, технологии сельскохозяйственного рыбоводства Юга России позволяют в короткие сроки не только количественно увеличить объемы производства живой рыбы, но и снизить ее себестоимость.

Введение в аквакультуру южных регионов России новых объектов и расширение ассортимента выращиваемых рыб позволит увеличить производственный потенциал рыбоводства.

В заключение следует отметить, что для создания управляемого хозяйственного сектора аквакультуры в ЮФО необходим экосистемный подход, развитие рыбоводства стимулирует более масштабное регулирование экосистем южных морей. Для обеспечения экологичности аквакультуры необходимо признание ее общественной роли в системе сельскохозяйственной экономики, урегулирование ее законодательной базы.

Работа выполнена в рамках государственного задания ЮНЦ РАН на 2017 г., тема «Оценка современного состояния, анализ процессов формирования водных биоресурсов южных морей России в условиях антропогенного стресса и разработка научных основ технологии реставрации ихтиофауны, сохранения и восстановления хозяйственно-ценных видов рыб» (№ госрегистрации 01201354245).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Казарникова А.В., Ильина Л.П., Григорьев В.А., Соколова Т.А., Коваленко М.В., Металлов Г.Ф. Интегрированное выращивание рыбы и растений в модульной установке замкнутого водоснабжения // Рыбное хозяйство. 2017. № 1. С. 61–65.

Доклад ФАО: Необходим новый подход к управлению морскими ресурсами. 2014 г.

Ponomareva E.N., Matishov G.G. Storied technologies as perspective direction of aquaculture in the south of Russia // Aquaculture America 2015 (New Orleans, Louisiana, USA, February 19–22, 2015). P. 378.

Медведев Д.А. Отчет правительства о результатах деятельности в 2014 году. Доклад в Госдуме.

Скляров В.Я. Современное состояние аквакультуры юга России, перспективы развития // Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры: докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, ВВЦ, 5–6 февраля 2013 г.). М.: РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. С. 71–76.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ
АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА (*Clarias gariepinus*)
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДЫ**

У.С. Александрова¹, К.Д. Матишов²

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
kafavb@mail.ru

Клариевые сомы имеют гладкое удлинённое цилиндрическое тело с длинными анальными и спинными плавниками, которые доходят до хвостового и состоят только из мягких лучей. Жирового плавника у клариевого сома нет. Внешний луч грудного плавника зазубрен. В брюшном плавнике в норме шесть мягких лучей. Плоская голова несёт четыре пары неразветвленных усом: одна – назальная, одна – максиллярная (самая длинная и наиболее подвижная). По своей природе клариевый сом неприхотлив к условиям среды, имеет высокую толерантность к концентрации кислорода, так как дыхание осуществляется атмосферным воздухом за счёт наджаберного органа [Медников, 1983].

Экспериментальные научные исследования проходили в специализированном аквакомплексе научно-экспериментальной базы ЮНЦ РАН. В аквакомплексе НЭБ «Кагальник» выращивание клариевого сома проводилось в установке замкнутого цикла. Кормление осуществлялось искусственными готовыми кормосмесями фирмы Sorrens с учётом суточной нормы кормления. Измерение длины и массы рыбы проводилось в процессе взятия проб для физиологического анализа. Взвешивание и измерение рыбы осуществлялось согласно рекомендациям И.Ф. Правдина [Правдин, 1966].

В зарегулированных условиях при изучении показателей массы и длины клариевого сома на разных этапах развития были получены положительные результаты. Основные параметры среды в УЗВ сохранялись на постоянном уровне и менялись лишь незначительно. За период выращивания температура воды находилась в диапазоне 21–28,5 °С и среднее её значение составляло 24,4 °С. Концентрация кислорода находилась в пределах нормы – 7,31–11,4 мг/л, активная реакция среды 6,5–8,2 ед. Весь эксперимент по выращиванию клариевого сома был разбит на этапы по 30 суток. Начальная масса молоди клариевого сома составила 5,5 ± 1,2 г, за 150 суток масса рыб увеличилась до 1087 ± 21,8 г. Результаты исследования роста различных возрастных групп клариевого сома представлены в таблице 1.

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА КЛАРИЕВОГО СОМА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

Показатели	1 этап	2 этап	3 этап	4 этап	5 этап
	01.08.14	01.09.14	01.10.14	01.11.14	01.12.14
1	2	3	4	5	6
Масса _н , г	5,5 ± 1,2	68,4 ± 9,2	389,1 ± 11,3	632,2 ± 22,1	887,9 ± 17,2
Масса _к , г	68,4 ± 12,6	389,1 ± 14,4	632,2 ± 18,1	887,9 ± 19,7	1087 ± 21,8

1	2	3	4	5	6
Абсолютный прирост, г	62,9	330,7	243,5	255,7	199,1
Среднесуточный прирост, г/сут.	2,09	11,02	8,11	8,52	6,63
Среднесуточная скорость роста, %	8,67	6,45	1,61	1,12	0,4
Коэффициент упитанности по Фультону, ед.	0,54 ± 0,02	0,7 ± 0,12	0,6 ± 0,06	0,68 ± 0,12	0,59 ± 0,06
Выживаемость	85 %	95 %	98 %	100 %	100 %
Продолжительность эксперимента, сут.	30	30	30	30	30

При выращивании молоди клариевого сома на 1 этапе наблюдалась максимальная среднесуточная скорость роста, которая составляла 8,67 %. Максимальный абсолютный прирост массы и других показателей клариевого сома наблюдался на 2 этапе выращивания. Следует отметить, что интенсивность роста клариевого сома снижается при его половом созревании, которое наступает в возрасте 6 месяцев. Это связано с тем, что у молодых особей белковый обмен полностью направлен на увеличение массы, а начиная от массы 500–600 г часть белкового обмена направлена на развитие и поддержание репродуктивной функции.

Абсолютный прирост на каждом этапе выращивания различался. Максимальный прирост за месяц составлял 330,7 г, за общий период выращивания прирост массы составил 2817,3 г. Среднесуточный прирост за весь период составил 5,32 г/сут., на протяжении выращивания среднесуточный прирост варьировал в пределах от 2,09 до 11,07 г/сут. Среднесуточная скорость роста за период эксперимента составила 6,43 %, при этом она менялась на каждом этапе выращивания объекта в диапазоне 8,67–0,02 с тенденцией снижения.

Коэффициент массонакопления на протяжении периода выращивания варьировал в пределах 0,3–0,06 ед. Коэффициент упитанности по Фультону так же, как и все исследуемые показатели, в зависимости от этапа выращивания менялся в пределах от 0,84 ± 0,02 до 0,98 ± 0,11.

Для определения функционального состояния рыб были отобраны пробы крови. Полученные в экспериментах данные анализа физиологических показателей крови клариевого сома, выращиваемого с применением разных кормов, показали, что в среднем они колебались в следующих пределах: СОЭ – 3–5 мм/час, гемоглобин – 58–65 г/л, общий белок – 23–29 г/л, холестерин – 2,4–6,7 ммоль/л, глюкоза – 3–5 ммоль/л.

Следует отметить, что некоторые из показателей согласовывались с результатами, полученными другими исследователями, с учетом конкретных возрастных и технологических особенностей выращивания клариевого сома в этих экспериментах.

Например, в экспериментах В.А Власова [Власов и др., 2009] при выращивании клариевого сома в УЗВ в контрольном бассейне были получены достаточно близкие значения таких показателей, как среднесуточный прирост массы – 5–6 г, коэффициент массонакопления – 0,12–0,13 ед., общий белок – 34,7 г/л, глюкоза – 5,1 ммоль/л.

К.В. Ковалев [Ковалев, 2006], выращивая производителей клариевого сома в УЗВ при разных терморегимах, в контрольном бассейне определил достаточно высокий, но, по его мнению, в пределах нормы уровень таких гематологических показателей, как гемоглобин (86–87 г/л) и СОЭ (8–8,7 мм/час).

Максимальная интенсивность роста клариевого сома наблюдается в первые 5 месяцев выращивания. После достижения половозрелости клариевого сома интенсивность роста снижается. На протяжении всего эксперимента выявлена неравномерность роста рыб. Так как у клариевого сома наблюдается выраженная иерархичность в выращиваемой группе, необходимо соблюдать нормы кормления, проводить своевременную сортировку на разные возрастные группы для исключения всплеска каннибализма, который свойственен этому виду. Анализ роста клариевого сома выявил его высокие показатели в условиях оптимизации параметров водной среды. Выращивание клариевого сома в установках замкнутого водообеспечения имеет большое значение для аквакультуры.

Исследования выполнены на уникальной научной установке № 73602 с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов Южного научного центра Российской академии наук.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Власов В.А., Завьялов А.П., Есавкин Ю.И. Результаты выращивания африканского сома при различных условиях и содержания // Известия ТСХА. М.: Вып. 3. 2009. С. 138–146.
- Ковалев, К.В. Технологические аспекты выращивания клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в рыболовной установке с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2006. 21 с.
- Медников Б.М. Жизнь животных. М.: Просвещение, 1983. 241 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). 4-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1966. 267 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ В ЗАПОЛЯРЬЕ

С.Ю. Балябо, Т.А. Карасева

Полярный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск
balyabo@pinro.ru

Известно, что Кольский полуостров в силу уникального географического положения и разнообразия экологических условий располагает значительным потенциалом для развития аквакультуры и является одним из наиболее перспективных районов лососеводства [Воробьева, Зубченко, 1991; Воробьева, 1994; Несветов, 1994; Душкина, 1998].

По обеспеченности водными ресурсами Мурманская область занимает одно из первых мест в Российской Федерации. Полуостров омывается двумя морями и имеет протяженную береговую линию, превышающую 2 тыс. км. Наличие незамерзающих акваторий в прибрежной зоне Мурманска, уникальный температурный режим в губах Белого моря, источник сбросных теплых вод – Кольская атомная электростанция – позволяют выращивать многие виды морских и пресноводных гидробионтов. Среди внутренних водоемов Мурманской области имеются сотни озер, пригодных для различных форм рыболовства.

Цель настоящей работы – анализ современного состояния аквакультуры в районах Заполярья (Мурманская область, Кольский полуостров).

Аквакультура Мурманской области начиналась в 1972 г. с создания небольшого экспериментального садкового хозяйства по выращиванию форели, которое располагалось в оз. Имандра, в районе сброса теплых вод Кольской атомной станции. В 1975 г. его ежегодная мощность была увеличена до 20–30 т форели. В 1980 г. на базе тепловодного участка и рыболовного завода «Имандра» был создан полносистемный форелевый комплекс. Работы, проведенные на этом комплексе, позволили добиться определенных успехов в производстве товарной форели. В 1991–1993 г. в Мурманской области выращивалось около 700 т, что составляло около 30 % всего объема выращивания форели в стране.

Кроме того, для климатических условий Заполярья было создано высокопродуктивное маточное стадо, разработана биотехника получения посадочного материала и выращивания товарной рыбы, определены акватории для размещения товарных ферм на Белом и Баренцевом морях. Планировалось довести мощность рыболовного комплекса до 1,2 млн экз. молоди форели массой 80–100 т в год. Однако в 1994 г. в силу экономических условий рыболовный завод «Имандра» прекратил свою деятельность. Эта ситуация имела негативные последствия, поскольку привела к длительному периоду спада производства культивируемой рыбы в Мурманской области.

В целом ретроспективный анализ показывает, что в середине 1990-х годов на фоне успешных отечественных разработок в аквакультуре Заполярья произошел значительный спад производства, вследствие которого до 2000 г. рыболовные предприятия практически не развивались.

Радужная форель и в настоящее время остается наиболее популярным объектом аквакультуры в Заполярье, товарное выращивание которого осуществляют 10 рыболовных организаций. Большинство форелевых хозяйств являются пресноводными. Они расположены главным образом в Нижнетуломском водохранилище

и в губе Молочная оз. Имандра на теплых сбросных водах Кольской АЭС. Три товарные фермы, принадлежащие ПАО «Русское море – Аквакультура», находятся в губах Баренцева моря, одно хозяйство работает в Кандалакшском заливе Белого моря. В 2014 г. суммарная продукция товарной форели, выращенной этими хозяйствами, составила 1923 т, в 2016 г. – 800 т. В 2013 г. по данным предприятия только ПАО «Русский лосось» в Баренцевом море вырастил около 7 тыс. т морской форели.

Форель выращивается на основе посадочного материала, произведенного в Мурманской области, в Республике Карелия и Финляндии. Большинство пресноводных хозяйств области использует молодь форели, которую выращивает мальковый рыбоводный завод ООО «Арктик салмон». Это предприятие было создано в 1980-е годы при участии Финляндии и расположено в теле плотины Верхнетуломской ГЭС. Мощность завода 1 млн шт. форели средней массой 100 г. Первоначально, используя икру, завозимую из Финляндии, предприятие работало довольно успешно, поставляло на рынок кондиционный посадочный материал и, кроме того, в разные годы выращивало на собственных садковых фермах 300–500 т товарной форели. В дальнейшем оплодотворенную икру завозили из различных хозяйств России, из этого потомства было сформировано собственное маточное стадо. Однако для условий Баренцева моря посадочный материал выростного хозяйства не подходит по ряду параметров, его количества недостаточно для интенсивного выращивания, поэтому крупные марихозяйства используют импортных смолтов радужной форели.

Несомненно, что наиболее перспективным районом для форелеводства является прибрежная зона Белого моря. Перспективы этого региона во многом были обоснованы результатами исследований Полярного института, направленными на разработку эффективной биотехники выращивания радужной форели в течение одного вегетационного сезона [Воробьева, 1995; Альтов, 2002; Воробьева и др., 2002].

В 1979–1994 гг. при сотрудничестве с рыбоводными хозяйствами экспериментальные работы проводились в шести губах Белого моря. Были определены оптимальные навески посадочного материала, методы транспортировки, плотности посадки, нормы и режимы кормления, глубина садков и объемы выращивания на каждой конкретной акватории. Результаты этих работ представлены в инструкциях, рекомендациях и методических пособиях для рыбоводов.

Анализ данных многолетних экспериментов показал, что результат выращивания форели в Белом море зависит прежде всего от исходной навески посадочного материала. Было установлено, что экономически более выгодно выращивать посадочный материал с массой 300–500 г, прирост которого за сезон составляет 300–500 % [Воробьева, 2000].

Таким образом, сравнительно невысокие капитальные и эксплуатационные затраты, высокий выход продукции, небольшой кормовой коэффициент, простота содержания и кормления рыбы определяют будущее развитие садковых фермерских хозяйств на Белом море. Вместе с тем их успешная деятельность тесно связана с экологически грамотной эксплуатацией акваторий, соблюдением биотехнологии, поддержанием хорошего качества среды и профилактики болезней рыб.

Товарное выращивание атлантического лосося на морских садковых фермах, которое является относительно новым для России видом рыбоводной деятельности, существует с 2001 г. и базируется в незамерзающих губах Баренцева моря. При этом используются различные варианты норвежской биотехники, посадочный материал лосося (смолт), оборудование и корма импортного производства. Это отрицательно сказывается на себестоимости и конечной цене рыбопродукции, создает определенные экономические риски для рыбоводного бизнеса, а также высокий риск заноса возбудителей опасных болезней.

Несмотря на то, что в 2001–2003 гг. рыбоводный завод ООО «Арктик салмон» ежегодно выращивал 800 тыс. смолтов атлантического лосося из икры, завозимой из Норвегии, на сегодняшний день в Заполярье нет ни одного «берегового» рыбоводного предприятия, способного вырастить посадочный материал для лососевых ферм Баренцева моря. Отсутствие таких предприятий является негативным фактором, сдерживающим развитие товарного производства атлантического лосося в Заполярье.

Вместе с тем в настоящее время по объему выращивания в аквакультуре Заполярья лидирует именно атлантический лосось. В 2014 г. было выращено 18 905 т, или 14 млн шт. продукции рыбоводства. Из них атлантический лосось составил 9951 т, форель – 1923 т, осетр (ленский) – 7 т, рыба прочая – 7024 т. В целом продукция марикультуры составила 18 615 т, или 98,5 % выращенной рыбы.

В 2016 г. по данным Министерства рыбного и сельского хозяйства Мурманской области объем производства товарной рыбы рыбоводными организациями составил 13 673 т, в том числе атлантический лосось – 12 857 т, форель – 800 т, осетр – 12 т, сиг – 4 т.

Снижение количества продукции аквакультуры в 2016 г. во многом было обусловлено потерями вследствие высокой заболеваемости и гибели рыб в рыбоводных хозяйствах Баренцева моря в 2015 г.

Опыт последних пятнадцати лет показал, что отсутствие финансирования и устранение науки от работы на рыбоводных предприятиях Мурманской области привело к созданию очень несовершенных «доморощенных»

технологий и, как следствие, к стихийному ведению производственного процесса и большим потерям товарной продукции.

Перенесение зарубежных технологий без учета климатических условий Заполярья приводит к системным ошибкам в биотехнологических циклах и управлении производством, к неоправданным потерям как товарной продукции, так и финансовых вложений.

Безусловно, приоритетное значение в аквакультуре Заполярья должны иметь виды рыб и беспозвоночных, эндемичные для северного региона, что исключает дополнительные затраты на акклиматизацию и ошибки при адаптации биотехник. В первую очередь, это такие виды рыб, как атлантический лосось, радужная форель, арктический голец и нельма.

К перспективным объектам северной аквакультуры относятся и морские виды: треска, палтус и зубатки, а также моллюски: мидия, исландский гребешок и др. Это направление аквакультуры ассоциировано с производством деликатесной, дорогостоящей пищевой продукции, которая пользуется стабильно высоким спросом на рынке.

В последние годы наблюдается интенсивное развитие рыбоводства в Заполярье, хорошо видимое в сравнении с ретроспективными данными. Однако объемы аквакультуры Мурманской области значительно ниже потенциальных возможностей региона. Расчетная мощность рыбоводных хозяйств только в губах Баренцева моря (при условии использования современных садковых комплексов и освоении новых акваторий) составляет не менее 80 тыс. т. В настоящее же время на имеющихся рыбоводных участках, по-видимому, можно вырастить около 50 тыс. т.

Развитие аквакультуры во многом происходит стихийно и сдерживается рядом факторов. К их числу относится слабое взаимодействие науки и производства, недостаточное количество посадочного материала радужной форели, отсутствие собственного посадочного материала (смолта) атлантического лосося, отечественных кормов и кормопроизводства, маточных стад, адаптированных к условиям Заполярья, слабо развитая инфраструктура побережья морей и внутренних районов Кольского полуострова. Строительство смолтового завода на побережье Баренцева или Белого моря и его продукция могли бы способствовать количественному и качественному скачку в производстве атлантического лосося. Однако на сегодняшний день для реализации этого проекта нет инвесторов.

В связи с этим очевидно, что развитие аквакультуры в Заполярье требует широкого комплексного подхода, наличия организационного научно-методического центра и тесного сотрудничества рыбохозяйственной науки и производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Альтов А.В. Особенности биотехники садкового культивирования радужной форели в прибрежных водах Белого моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2002. 23 с.

Воробьева Н.К., Зубченко А.В. Товарное рыбоводство в Заполярье: результаты исследований, перспективы развития // Комплексные рыбохозяйственные исследования ПИНРО на Северном бассейне: итоги и перспективы: сб. науч. тр. ПИНРО. Мурманск, 1991. С. 190–199.

Воробьева Н.К. Товарное форелеводство в Заполярье // Заполярная марикультура: сб. науч. тр. ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1994. С. 34–60.

Воробьева Н.К. Товарное форелеводство в Заполярье // Проблемы товарного выращивания лососевых рыб России: сб. докл. Всерос. совещ. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1995. С. 42–45.

Воробьева Н.К. О разнокачественности посадочного материала, используемого для культивирования форели в Белом море // Марикультура Северо-Запада России: тез. докл. науч.-практ. конф. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2000. С. 20–22.

Воробьева Н.К., Лазарева М.А., Пестрикова Л.И. Перспективы культивирования форели в прибрежных водах Белого моря // Биоресурсы и аквакультура в прибрежных районах Баренцева и Белого морей: сб. науч. тр. ПИНРО. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002. С. 145–156.

Душкина Л.А. Новое научное и рыбохозяйственное направление – марикультура // Биологические основы марикультуры. М.: Изд-во ВНИРО, 1998. С. 7–28.

Несветов В.А. Развитие аквакультуры на северо-западе России // Развитие прибрежного промысла и аквакультуры в Баренцевом море: сб. докл. науч.-практ. конф. Мурманск: ПИНРО, 1994. С. 121–124.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ КАРОТИНОИДОВ НЕКОТОРЫМИ ЧЕРНОМОРСКИМИ МОЛЛЮСКАМИ-ФИЛЬТРАТОРАМИ *in vivo*

А.В. Бородина

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь
Borodinaav@mail.ru

Каротиноиды – пигменты, синтезируемые растениями, водорослями, бактериями и некоторыми грибами. Во все другие организмы (консументы) эти биологически активные вещества – незаменимые «защитники» иммунной системы и участники антиоксидантного комплекса – попадают через трофические связи. Каждый такой организм преобразует полученные с пищей каротиноиды в соответствии со своей видовой спецификой, образуя схемы метаболической трансформации на каждом звене пищевой цепи [Britton et al., 1998]. Известны работы по влиянию микроводорослевых диет на накопление каротиноидов у моллюсков-фильтраторов [Partali et al., 1998], ведутся исследования по влиянию различных степеней гипоксии на изменения в составе каротиноидов у этих гидробионтов [Солдатов и др., 2017], однако мало уделяется внимания влиянию комплекса таких (и дополнительных) факторов в их естественной среде обитания. Такое влияние приводит к разному составу каротиноидов (изменению путей трансформации этих соединений) у одних и тех же видов гидробионтов из разных регионов Мирового океана. С другой стороны, идентичные условия обитания разных видов (из разных семейств) моллюсков-фильтраторов может не обеспечивать им одинаковый состав и содержание этих пигментов, однако исследований на эту тему крайне мало.

В данной работе рассматривается влияние комплекса экологических факторов на обитание трех двустворчатых моллюсков-фильтраторов, имеющих различную родовую близость между собой: *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789), *Paphia aurea* (Gmelin, 1791), *Chamelea galina* (Linnaeus, 1758), обитающих в Казачьей бухте (г. Севастополь). Усиленное влияние антропогенных факторов в одной из заводей двурогой Казачьей бухты создает зоны с пониженным содержанием кислорода в морской воде, рядом наблюдается заболачивание (рис. 1). В такой зоне на протяжении нескольких лет ученые наблюдают за скоплением двустворчатых моллюсков: *C. glaucum*, *P. aurea*, *C. galina*.



Рис. 1

Место сбора моллюсков. Фрагмент бухты Казачья г. Севастополя

Исследования каротиноидов проводили весной (апрель – май) 2017 года на фоне протекающей сезонной сукцессии фитопланктона и снижения уровня кислорода в морской воде (1,5–1,7 мг/л растворенного кислорода). У каждого вида моллюсков сначала определяли концентрацию суммарных каротиноидов (КСК) спектрофотометрическим методом [Карнаухов, 1988].

Затем проводили разделение суммарных экстрактов методом тонкослоистой хроматографии и денситометрическим методом регистрировали фракции. За подтверждением идентификации каротиноидов мы обратились в Исследовательский Институт Продуктов питания, Япония, Киото. Общее содержание каротиноидов и количество каротиноидов, элюированных колоночной хроматографией, рассчитывали с использованием коэффициента экстинкции $E_{1\%}^{1\text{см}} = 2500$ при λ_{max} . В анализе высокоэффективной жидкостной хроматографии относительные количества индивидуальных каротиноидов рассчитывались из области пика, обнаруженной при 450 нм.

Три вида моллюсков на протяжении многих лет обитали в одном локальном месте, что обеспечивало им не только одинаковый спектр питания, но и одинаковые гидрохимические условия существования. Между *C. glaucum* и двумя видами *P. aurea*, *C. galina* имеются отличия в происхождении на уровне порядка (*Cardida* и *Venerida*), а *P. aurea*, *C. galina* принадлежат к разным родам, но одному семейству.

В таблице 1 представлены предварительные данные о составе каротиноидов у этих трех видов. Несмотря на то, что исследования не завершены (не идентифицировано 10 %, 56 % и 19 % каротиноидов сердцевидок, пафий и венерок соответственно), отличия в составе очевидны. Из табличных данных хорошо виден сходный состав каротиноидов у близкородственных видов *P. aurea* и *C. galina*. Их состав был идентичен полностью почти на 50 %, отличия могут возникнуть только при анализе неидентифицированных каротиноидов. Доли индивидуальных фракций каротиноидов у этих двух видов также схожи между собой, за исключением фукоксантина, фукоксантинола (их эфиров), а также зеаксантина.

Таблица 1

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДОВ ТРЕХ ВИДОВ МОЛЛЮСКОВ:
C. glaucum, *P. aurea*, *C. galina*

Название каротиноидов	Содержание каротиноидов, % (от суммы)		
	<i>C. glaucum</i>	<i>P. aurea</i>	<i>C. galina</i>
β-каротин	10	5	5
Фукоксантин (+ его эфиры)	20	5	64
Фукоксантинол (+ его эфиры)		16	
Диатоксантин	5	5	5
Диадиноксантин	5	5	6
Зеаксантин	–	8	1
Аллоксантин	5		
Пектенолон	5		
Гетероксантин*	20		
Мактраксантин*	20		
Не идентифицировано	10	56	19

Примечание: * в том числе 3,3' эфиры жирных кислот.

Состав сердцевидок был изучен более полно (на 90 %), из 9 каротиноидов общими у всех трех видов оказались 5, не считая неидентифицированных фракций. В количественном соотношении концентрации диатоксантина и диадиноксантина у всех моллюсков были близки по значению, отличия отмечены в содержании фукоксантина/фукоксантинола (их эфиров) и β-каротина. Это свидетельствует об общих и индивидуальных особенностях накопления различных каротиноидов у видов моллюсков-фильтраторов с различной степенью родства.

Таким образом, при влиянии одинаковых условий обитания у трех моллюсков-фильтраторов *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789), *Paphia aurea* (Gmelin, 1791), *Chamelea galina* (Linnaeus, 1758), обитающих в Казачьей бухте г. Севастополя, были выявлены как общие виды каротиноидов (не менее 50 %), из которых обнаружены каротиноиды, накапливающиеся у всех видов в одинаковом количестве и накапливающиеся различно, так и отличные. Особенности накопления каротиноидов, скорее всего, связаны с различным происхождением трех видов моллюсков: между *C. glaucum* и *P. aurea*, *C. galina* отличия на уровне порядка (*Cardida* и *Venerida*), а *P. aurea*, и *C. galina* принадлежат к разным родам.

Автор выражает признательность за помощь в идентификации каротиноидов сотрудникам Исследовательского института продуктов питания, Япония, г. Киото, в частности доктору Такаши Маока и его коллегам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бородина А.В., Береговая Н.М., Беляев Б.Н. Влияние экзометаболитов моллюсков *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) на макрофиты *Gelidium* sp. // Science, Technology and Life – 2014: proc. intern. sci. conf. (Czech Republic, Karlovy Vary, 27–28 Dec. 2014) [Electronic resource]. Karlovy Vary; Kirov, 2015. P. 66–71. URL: https://www.palmknihy.cz/downloadable/download/linkSample/link_id/47235/
- Карнаухов В.Н. Биологические функции каротиноидов // М.: Наука, 1988. 240 с.
- Солдатов А.А., Гостюхина О.Л., Бородина А.В. и др. Глутатионовый антиоксидантный комплекс и качественный состав каротиноидов тканей двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. 2017. Т. 53. № 4. С. 257–264.
- Britton G., Liaaen-Jensen S., Pfander H. (Eds.) Carotenoids // Biosynthesis and metabolism. V. 3. Basel: Birkhauser Verlag, 1998. 414 p.
- Goodwin T.W. The biochemistry of the carotenoids. Vol. 2: Animals // 2nd ed. London; New York: Chapman and Hall, 1984. 224 p.
- Hertzberg S., Partali V., Liaaen-Jensen S. Animal carotenoids. 32. Carotenoids of *Mytilus edulis* (Edible Mussel) // Acta Chemica Scandinavica. Ser. B: Organic Chemistry and Biochemistry. 1988. Vol. 42. P. 495–503.
- Kantha S.S. Carotenoids of edible molluscs. A review // Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Comparative Biochemistry. 1989. Vol. 93. No. 3. P. 665–671.
- Liaaen-Jensen S. Carotenoids in Food Chains // Carotenoids Vol. 3: Biosynthesis and Metabolism / Eds.: G. Britton, S. Liaaen-Jensen, H. Pfander. Basel: Birkhauser Verlag, 1998. Chapter 8. P. 360–371.
- Matsuno T. Aquatic animal carotenoids // Fisheries Science. 2001. Vol. 67. No. 5. P. 771–783.
- Partali V., Tangen K., Liaaen-Jensen S. Carotenoids in food chain studies – III. Resorption and metabolic transformation of carotenoids in *Mytilus edulis* (Edible mussel) // Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Comparative Biochemistry. 1989. Vol. 92. No. 2. P. 239–246.

АКВАКУЛЬТУРА ЛАМИНАРИИ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ: ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ

Г.М. Воскобойников¹, М.В. Макаров¹, И.В. Голяк²

¹Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН, г. Мурманск

²ООО «Севзапэко», г. Мурманск
grvosk@mail.ru

Ламинариевые водоросли Баренцева моря (4 вида) содержат широкий спектр биологически активных веществ (БАВ): аминокислоты, белки, пигменты, полисахариды, липиды, комплекс микроэлементов, витаминов. Перечисленные компоненты водорослей широко используются в биотехнологии, медицине, косметологии, пищевой и других отраслях промышленности.

При запасах на Мурманском побережье Баренцева моря около 300 тыс. тонн ламинариевых промысел водорослей практически отсутствует. Предприятия в Мурманске по производству салатов, консервов преимущественно работают, закупая сухую шинкованную дешевую ламинарию, выращиваемую в Китае. Такая же ситуация складывается с альгинатом, который широко используется в пищевой промышленности как загущи-

тель, стабилизатор, консервант, а также в других направлениях промышленности для изготовления различных жидкостей и веществ: от буровых растворов до ракетного топлива. Дешевый китайский альгинат достаточно успешно вытесняет отечественный, производимый на Дальнем Востоке (небольшой объем) и на севере Архангельским водорослевым комбинатом. В настоящее время речь идет о продовольственной безопасности страны.

Причины сложившейся ситуации следующие:

- при относительно высоких запасах водорослей на Мурманском побережье имеется ограниченное число районов, где можно организовать регулярный промысел: губы Дроздовка и Ивановская, Кийский рейд, Лумбовский залив, губа Териберская. Указанные районы характеризуются высокими показателями запасов, проективного покрытия, биомассы ламинариевых. К сожалению, за исключением г. Териберская все промысловые районы находятся на значительном удалении от инфраструктуры, мест первичной переработки, в связи с чем происходит значительное снижение рентабельности;
- китайские предприниматели перешли на одногодичное культивирование ламинарии, широко применяя на начальном этапе культивирования рассаду (молодые спорофиты), а не споры;
- несомненно, важным объективным фактором, повышающим рентабельность китайской продукции, является возможность высушивания сырых водорослей на воздухе. На побережье Баренцева моря доведение сырой ламинарии до товарного вида возможно только при активной сушке.

Бытовавшее мнение, что китайская ламинария содержит значительно меньшее количество БАВ по сравнению с водорослями из природных зарослей Баренцева моря, оказалось несостоятельным. Содержание БАВ в сухих водорослях из Китая и с побережья Баренцева моря различается на 0,5–1,5 %.

Одним из направлений создания на севере конкурентоспособной водорослевой продукции является плантационное выращивание водорослей с заданными свойствами (однородного сырья): необходимым габитусом и / или высоким содержанием БАВ.

Впервые возможность промышленного выращивания ламинарии: *Laminaria saccharina* = *Saccharina latissima*, морской капусты на плантации в Баренцевом море была показана сотрудниками Мурманского морского биологического института КНЦ РАН в губе Зеленецкой Баренцева моря в 1985–1987 гг. Урожай ламинарии в двухгодичном цикле составил более 50 тонн с гектара. Используемый для культивирования вид не является чужеродным, это массовый вид Баренцева и Белого морей. Как показал гидробиологический мониторинг, плантация не оказывает отрицательного влияния на окружающие биологические сообщества.

За прошедшие 30 лет в лаборатории альгологии ММБИ были получены сведения о биологии ламинарии: от процесса образования спор до формирования взрослого растения, накопления БАВ. Однако отдельные стадии онтогенеза ламинарии, механизмы, формирующие габитус и обеспечивающие высокий уровень БАВ у растения, требуют дополнительных исследований. Остается совершенно не изученной генетическая гетерогенность популяций *S. latissima* с точки зрения селекционной ценности особей, составляющих ту или иную популяцию.

Помимо биологических задач, необходима доработка технологии получения рассады, размещения ее на плантации для перехода на одногодичное культивирование. Есть перспективы в улучшении технологии постановки плантации, проведения мелиоративных мероприятий.

По предварительной оценке, только в губах Восточного Мурмана возможно получение урожая на плантациях до 5 тыс. тонн ламинарии.

Несомненный вклад в реализацию развития аквакультуры ламинарии внесет разработка и внедрение технологии первичной переработки, а также маркетинговый анализ, определяющий направленность культивирования с целью получения продукции с заданными свойствами.

Экономические расчеты показали, что наиболее эффективным является размещение на побережье Баренцева моря хозяйств по аквакультуре ламинарии с параллельным ведением работ по сбору и первичной переработке литоральных фукусовых водорослей.

Исследование выполнено в рамках темы «Фитобентос как элемент морских прибрежных экосистем арктических морей: функционирование и рациональное использование» № государственной регистрации 01201366847.

ИННОВАЦИОННАЯ BIOTEХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОПРЕПАРАТА В ИСКУССТВЕННО СФОРМИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ЭТАЖНОГО ТИПА

Т.С. Грдина^{1,2}, У.С. Александрова¹, А.А. Кузов¹, К.Д. Матишов²

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
kafavb@mail.ru

На современном этапе развития мировой аквабиоккультуры возникает необходимость максимальной оптимизации выращивания рыбы в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Минимизировать затраты на выращивание рыбы и увеличить рентабельность производства возможно путем включения в процесс выращивания дополнительных нерыбных объектов и «зеленых технологий». Настоящая биотехнология направлена на получение экологически чистой продукции разного ассортимента с использованием новых интенсивных методов круглогодичного выращивания. В связи с высоким уровнем антропогенного воздействия на окружающую среду, необходимо в максимальной степени использовать ресурсный потенциал.

Выращивание в установке этажного типа рыб и сельскохозяйственных культур является энергоэффективным, безотходным и биобезопасным производством, не влияющим на окружающую среду. Продукты жизнедеятельности выращиваемых рыб являются питательной средой для выращивания листьев салата и других сельскохозяйственных культур гидропонным методом. Биобезопасность заключается в использовании максимально эффективных органических технологий с применением биопрепарата на основе штамма *Serratia ficaria*. Штамм *Serratia ficaria* обладает способностью не только сдерживать развитие патогенных заболеваний у сельскохозяйственных культур, но и повышает содержание витамина С в плодах. Биопрепарат на основе штамма *Serratia ficaria* полностью безопасен для человека и животных, окружающей среды [Пономарева, 2012]. Наличие системы оборотного водоснабжения позволяет значительно снизить потребление чистой воды, а система по био-фитоочистке сточных вод позволяет снизить загрязнение окружающей среды путем снижения уровня органического загрязнения (БПК), соединений азота и фосфора до норм, требуемых законодательством.

Экспериментальные научные исследования проходили в специализированном аквакомплексе научно-экспедиционной базы ЮНЦ РАН в поселке Кагальник. В ходе выполнения НИР была спроектирована и построена установка с замкнутым циклом водоснабжения, которая представляет собой аквариум для выращивания тилапии и стеллаж для выращивания растений методом аквапоники. Данная установка смонтирована в аквариальном комплексе АГТУ. В качестве объекта аквакультуры выбрана тилапия, так как она обладает быстрым ростом, высокими товарными и пищевыми качествами. Объектом аквапоники в интегрированной системе выбран салат латук и томаты. В качестве источника света использовали светодиодную конструкцию, которую изготовили с применением диодов синего и красного цвета в соотношении 2 : 1. Растения выращивались на плавающих DWC (Deep Water Culture)-платформах. Для механической фильтрации и непрерывной циркуляции воды в системе применяли внешний фильтр Tetratex EX 1200. Для поддержания оптимальных условий водной среды и среды для выращивания растений проводился постоянный контроль следующих параметров: температуры, кислорода, активной реакции среды, а также содержания аммонийного азота, нитратов и нитритов. Кормление осуществлялось искусственными готовыми кормосмесями фирмы Sorrens с учетом суточной нормы кормления. Взвешивание и измерение рыбы проводилось согласно рекомендациям И.Ф. Правдина [Правдин, 1966].

Этажная установка замкнутого водоснабжения была зарыблена в конце мая 2017 г. молодь тилапии в количестве 35 шт. со средней массой 21,2 г. Общая масса рыбы в аквариуме составила 722,7 г. За 2 месяца выращивания тилапии в этажной установке средняя масса составила 84,14 г, а общая масса рыбы – 2945 г. Абсолютный прирост массы составил 64,88 г, среднесуточный прирост – 1,01 г/сут., среднесуточная скорость роста – 1,3 %, коэффициент массонакопления – 0,02 ед., а коэффициент упитанности по Фультону – $2,42 \pm 0,15$ единицы (табл. 1).

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОСТА ТИЛЯПИИ В УСТАНОВКЕ ЭТАЖНОГО ТИПА

Показатели	Значение
Масса начальная, г	21,26 ± 1,6
Масса конечная, г	84,14 ± 3,96
Абсолютный прирост, г	64,88
Среднесуточный прирост, г/сут.	1,01
Среднесуточная скорость роста, %	1,3
Коэффициент массонакопления, ед.	0,06
Коэффициент упитанности по Фультону, ед.	2,42 ± 0,15
Продолжительность, сут.	62

В период выращивания температура воды находилась в диапазоне 26–29,7 °С, среднее ее значение составляло 26,9 °С. Концентрация кислорода колебалась в пределах 6,1–9,12 мг/л, активная реакция среды – 7,4–8,4 ед. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности выращивания тилляпии в установке этажного типа совместно с растениями.

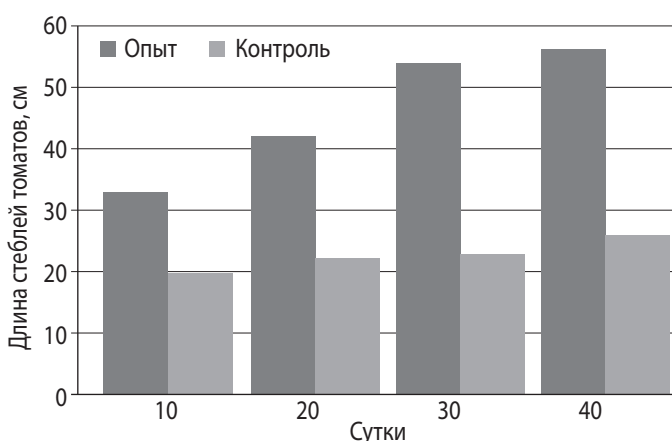


Рис. 1
Ростстимулирующий эффект
стеблей томата при обработке
штаммом каждые 10 суток

На рисунке 1 показан ростостимулирующий эффект при обработке культуральной жидкостью *Serratia ficaria* по отношению к стеблю томатов в опыте и контроле. Как видно, в опыте развитие томатов происходит значительно эффективнее по отношению к контролю. В опыте на 40-е сутки после пересадки растений в установку рост томатов на 160 % превысил показатели контроля (рис. 1).

Были проведены эксперименты по совместному выращиванию рыбы и сельскохозяйственных культур, таких как томаты, огурцы, болгарский перец, клубника, салат. Ранее проведенные исследования позволили сделать вывод, что целесообразно выращивать методом аквапоники культуры с коротким вегетационным периодом (45–60 сут.), а для выращивания культур с более длительным периодом было решено применить биопрепарат на основе изолята

штамма *Serratia ficaria* для стимуляции и лучшего развития. Обработку растений культуральной жидкостью *Serratia ficaria* проводили каждые 10 дней, постоянно следили за ростом растений. Полученные данные сравнивали с данными роста растений в контрольном варианте.

Выращивание объектов аквакультуры и зеленых растений в искусственно сформированной системе этажного типа является экологически чистым производством – это очень важный критерий в современных экологических условиях. Новые разрабатываемые интегрированные методы вносят большой вклад в формирование современной отечественной индустрии рыборазведения, так как позволят получать экологически чистую рыбную продукцию и овощные культуры круглый год.

Работа выполнена в рамках договора № 0025756 на выполнение НИР по программе «УМНИК» на тему «Разработка интегрированной инновационной биотехнологии получения экологически чистой продукции аквакультуры в установке замкнутого водоснабжения».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Пономарева Т.С. Микроорганизмы, ассоциированные с растениями сем. Пасленовых (на примере томата сорта «Королевский») // Естественные науки. Астрахань: Изд-во АГУ, 2012. С. 97–102.
Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

ПРОИЗВОДСТВО КАМБАЛЫ-КАЛКАН (ТЮРБО): КИТАЙСКИЙ ОПЫТ

В.И. Козлов

Московский государственный университет технологий и управления им. Разумовского, г. Москва
ribovodstvo@mail.ru

В 2016 г. проведены наблюдения по выращиванию камбалы на базе Циндао. Калкан и тюрбо – географические виды рода *Scophthalmus (Psetta)*, обитающие в Атлантическом океане: калкан в Азово-Чёрноморском регионе, а тюрбо в Средиземном и Северном морях.

Крупнейшая компания, специализирующаяся на производстве камбалы-тюрбо, Qingdao Blue Granary Marine Fishery Development Co., Ltd находится в г. Циндао. На предприятии компании выращивают 60 тыс. т камбалы-тюрбо, основное количество которой продается в Европу, где она пользуется большим спросом благодаря своим высоким вкусовым качествам.

В нашей стране это одна из дорогих рыб. Оптовые цены на камбалу-калкана составляют 450–650 руб./кг, реализационные цены – более 1000 руб./кг.

Так как камбала-калкан обитает в Чёрном и Азовском морях, имеется реальная возможность ее товарного производства. Однако российский опыт товарного выращивания этой рыбы дальше экспериментов не пошел.

В Китай камбала-тюрбо завезена мальками в 1992 г. Лей Цзилинем – отцом действующего руководителя компании г-на Лей Дуна – и производится искусственно.

Здесь имеется несколько схем производства:

1. Для выращивания молоди используются бассейны, а для товарной рыбы – разные варианты производства – в сетчатых садках или бассейнах.

2. Вдоль побережья Желтого моря установлены модули с бассейнами на замкнутой системе водоподачи. Бассейны обеспечиваются подземной водой из скважин, прорытых в 100–200 м от берега. Соленость подземной воды оказалось равной 30–32 ‰, т.е. такой же, как и в море.

3. Камбалу выращивают на специальных судах-баржах в установленных там бассейнах, закачивая забортную воду.

4. Сравнительно далеко от моря установлены модули с бассейнами. В одном модуле 130 бассейнов, где в течение года производится 150 т товарной камбалы. Морской водой заполнили бассейны 1 раз. Водоподача рассчитана на компенсацию потерь при фильтрации и испарении из системы. Морская вода циркулирует по замкнутой системе, где производится ее очистка. Температура воды сохраняется на уровне 19–20 °С, соленость – 30 ‰, содержание кислорода – около 5 мг/л. Длительность выращивания от 5 г до товарной массы 1 кг – 14 месяцев. Площадь бассейнов для личинок – 2–4 м², молоди – 6–10 м², для товарной рыбы – 50 м². Ниже представлены нормативы по выращиванию камбалы в Китае (табл. 1, 2).

Таблица 1

НОРМАТИВЫ, ПРИНЯТЫЕ В КИТАЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПО КАМБАЛЕ-КАЛКАН. МАССА = до 5 г

Показатели	Ед. изм.	Выдерживание зародыша	Выращивание от 1 мг до 2 г	Выращивание от 2 до 5 г
1	2	3	4	5
Масса рыбы				
в начале	–	0,2 мг	1 мг	2 г
в конце	–	1 мг	2 г	5 г
Период выращивания	сутки	8 (12)	80	28
Масса рыбы				
в начале	г/м ²	6	20	3000
в конце	г/м ²	20	3000	5000

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
Глубина воды				
в начале	м	0,2	0,3	0,4
в конце	м	0,3	0,4	0,6
Размер корма	мм	стартовый	0,01–1	1
Выживаемость на этапе	%	30	45	70
Кормовой коэффициент	–	6	4	2
Частота кормления	раз/сут.	24	12	6
Размер емкостей	м	2×2	6×4	6×4
Содержание кислорода на входе	мг/л	12	12	12
на сбросе	мг/л	5	5	5
Оптимальная температура в начале	град.	15	16	20
в конце	град.	16	20	22
Водообмен	раз/сут.	24	24	24
Соленость воды	%	(12)18(36)	(12)18(36)	(12)18(36)

Примечание: Плотность посадки камбалы по китайской технологии не более 8–10 кг на м².

Таблица 2

НОРМАТИВЫ, ПРИНЯТЫЕ В КИТАЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПО КАМБАЛЕ-КАЛКАН. МАССА = от 5 г до 1 кг

Показатели	Ед. изм.	Выдерживание		Выращивание от 600 до 1000 г
		от 5 до 100 г	от 100 до 600 г	
Масса рыбы				
в начале	г	5	100	600
в конце	г	100	600	1000
Период выращивания	сут.	105	210	105
в начале	шт./м ²	1000	400	83,3
в конце	шт./м ²	400	83,3	60
Масса рыбы				
в начале	г/м ²	5	40	50
в конце	г/м ²	40	50	60
Глубина воды в бассейне				
в начале	м	0,6	0,7	0,8
в конце	м	0,7	0,8	0,8
Размер корма	мм	1–2	3–4	5
Выживаемость на этапе	%	80	90	95
Кормовой коэффициент	–	1,5	1,2	1,1
Частота кормления	раз/сут.	6	4	4
Размер бассейна	м ²	50	50	50
Содержание кислорода на входе	мг/л	12	12	12
на сбросе	мг/л	5	5	5
Оптимальная температура	град.	22	22	22
Водообмен	раз/сут.	24	24	24
Соленость воды	%	(12)18(36)	(12)18(36)	(12)18(36)

Икра камбалы размещается в аппаратах Вейса объемом 8 л или ВНИИПРХ (50 мл).

Размер икринки камбалы составляет 1,1–1,2 мм, длительность инкубации при 14–15 °С – 110 часов (4,5 суток), плотность загрузки аппарата Вейса – 2 000 шт./л.

Прибыль предприятие будет давать только на четвертый год после ввода в эксплуатацию, так как период выращивания камбалы до массы в 1 кг длится 17–18 месяцев.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ ОБРАЗЦОВ КРОВИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ НА СОХРАННОСТЬ ДНК

**М.А. Махоткин¹, Т.Г. Фалеева², Д.А. Чеботарев¹, М.Г. Тютякина¹,
М.В. Коваленко¹, Е.Н. Пономарева¹, И.В. Корниенко^{1,3}**

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²СЗГМУ им. И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург

³Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

ikornienko@yandex.ru

Осетровые виды рыб имеют важнейшее промысловое значение. Запасы этих видов в мире имеют тенденцию к уменьшению. Учитывая, что в естественных условиях созревание осетровых наступает в возрасте 10–20 лет, а нерест периодический – через 2–6 лет, восстановление этих запасов может составлять несколько десятков лет [Глущенко, 2000].

В рамках аквариальных комплексов развиваются направления по размножению осетровых и созданию наиболее жизнеспособных гибридов рыб. Поэтому вопрос организации системы сбора и хранения биологического материала в рыбоводстве для последующего молекулярно-генетического исследования становится особенно актуальным.

Использование бумажных носителей (карт) с целью хранения биологического материала, в частности, сухой крови, является простым и доступным способом, поскольку в таком виде биообразцы могут находиться в условиях комнатной температуры без использования дополнительной техники и оборудования. Бумажные носители с нанесенным образцом должны быть хорошо высушены перед хранением, защищены от действия солнечного света, высокой температуры и влажности воздуха, поскольку наличие влаги, а также возможное развитие микробной флоры ведет к деградации активной ДНК-матрицы.

В целях создания депозитария (хранилища) биологического материала осетровых рыб с последующим ДНК-анализом проведено пилотное исследование сохранности образцов крови рыб при различных условиях хранения.

Отбор биоматериала проводился у четырех особей русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) и четырех особей гибрида русского и сибирского (ленского) осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* × *Acipenser baerii*) аквариального комплекса Береговой научно-экспедиционной базы «Кагальник». Возраст животных составлял около 3 лет, масса тела – около 1 кг.

Венозную кровь отбирали методом прокола хвостовой вены с помощью стерильного шприца объемом 2 мл. После отбора во избежание свертывания кровь помещали в стерильные пробирки емкостью 1,5 мл, содержащие в качестве антикоагулянта 3,2 %-ный раствор цитрата натрия. Конечное соотношение крови с антикоагулянтом составило 9:1. После сбора кровь с антикоагулянтом помещали в новые стерильные 1,5-мл пробирки, содержащие специальный консервирующий буфер в соотношении 50 мкл крови на 500 мкл буфера. Те же самые образцы крови помещали на подложку карт для сбора, транспортировки и хранения биологического материала «БИОХРАН» в количестве 100 мкл и высушивали в течение одного часа, избегая попадания прямых солнечных лучей на нанесенные образцы (рис. 1).

Кровь осетров в буфере и на картах хранили при различных температурных режимах: –20 °С (кровь на картах), +4 °С (кровь в буфере), +20 °С (кровь на картах) и при +45 °С (кровь в буфере и на картах). В заданных условиях биологические образцы находились в течение трех месяцев. Проводили периодические сравнительные молекулярно-генетические исследования хранимого материала: спустя три недели, два и три месяца.

Для качественной оценки ДНК осетров после инкубации в буфере проводили электрофорез в 1 %-ном



Рис. 1

Подложки карт для сбора,
транспортировки и хранения
биологического материала «БИОХРАН»
с нанесенными образцами крови рыб

геле агарозы. Для оценки размера ДНК-фрагментов использовали маркер молекулярных масс Lambda EcoR1/HindIII. Электрофорез проводили при постоянной напряженности электрического поля (6,5 В/см) в течение 40 минут.

Для ДНК-исследований сухих образцов крови при помощи микропробойника (панчера) вырезали из области подложки карт фрагменты бумаги диаметром 1,2 мм с сухим образцом крови рыб. Часть полученных дисков с образцами крови сразу помещали в ПЦР-пробирки для постановки «прямой» (то есть без предварительной очистки) ПЦР-РВ, а часть подвергали процедуре очистки в отмывающих растворах с последующим высушиванием.

При проведении амплификации в ПЦР-пробирки, содержащие реакционную смесь, добавляли по 1 мкл исследуемых лизатов крови или по 1 мкл стерильной деионизованной воды для образцов на очищенных либо неочищенных дисках подложек карт.

Для проведения полимеразной цепной реакции в режиме «реального времени» (ПЦР-РВ) использовали термоциклер CFX-96 с мультканальным детектором (Bio-Rad) и набор реагентов EVA Green (Синтол).

Энзиматическую амплификацию фрагмента гена *cutb* проводили с использованием универсальных праймеров [Kocher, Thomas, et al., 1989]:

L14816 (5'-CCATCCAACATCTCAGCATGATGAAA-3');

H15173 (5'-CCCCTCAGAATGATATTTGTCCTCA-3').

А также с использованием разработанных в рамках данного исследования праймеров на фрагмент гена *16S rRNA*:

F2172 (5'-GTAGCGTAATCACTTGTCT-3');

R2268 (5'-GAGCAGGTCAATTTCACT-3').

Проводили качественную оценку продуктов ПЦР-РВ при помощи электрофореза в 2 %-ном геле агарозы. Для оценки размера ампликонов использовали маркер молекулярных масс Bench Top 100 bp DNA Ladder. Электрофорез проводили при постоянной напряженности электрического поля (6,5 В/см) в течение 40 минут. Помещали гель в УФ-трансиллюминатор и фотографировали [Корниенко, Харламов, 2012].

Результаты исследований. При хранении лизатов крови в различных температурных условиях в течение трех месяцев только после инкубации при +45 °С видны следы деградации ДНК. В результате инкубации при +4 °С следы деградации высокомолекулярной ДНК отсутствуют. Тем не менее как при +4 °С, так и при +45 °С сохраняется фракция высокомолекулярной ДНК. Следы высокомолекулярной ДНК хорошо визуализируются в загрузочных лунках геля (рис. 2).

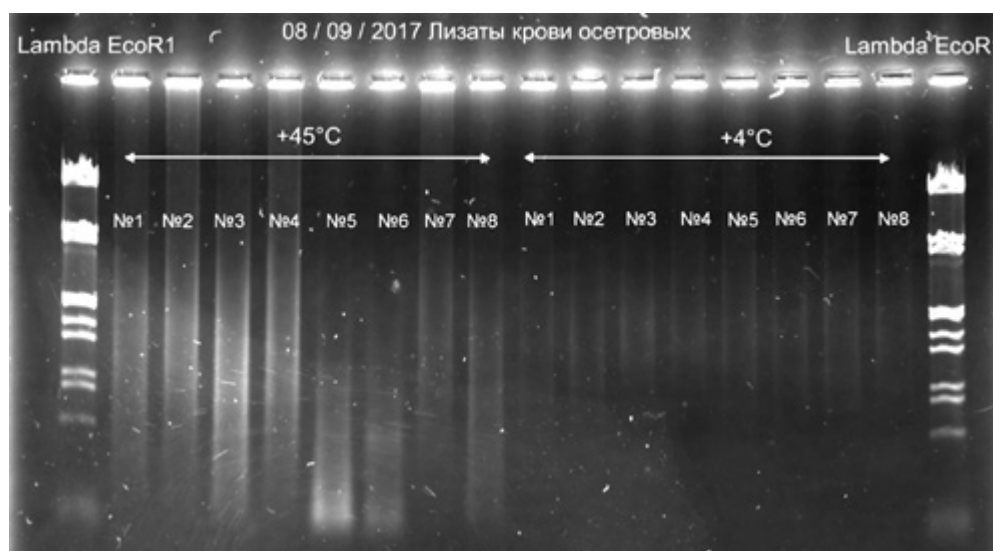


Рис. 2

Фото электрофореза лизатов крови осетров в 1 %-ном геле агарозы после инкубации в буфере в течение двух месяцев при температурах +45 °С и +4 °С. № 1–8 – номера особей. В качестве размерного стандарта использовали маркер молекулярных масс Lambda EcoR1/HindIII

После инкубации при +45 °С и +4 °С в исследуемом материале сохранялась активность ДНК-матрицы, что подтверждается результатами энзиматической амплификации с последующей идентификацией ампликонов посредством электрофореза и ПЦР-РВ (рис. 3).

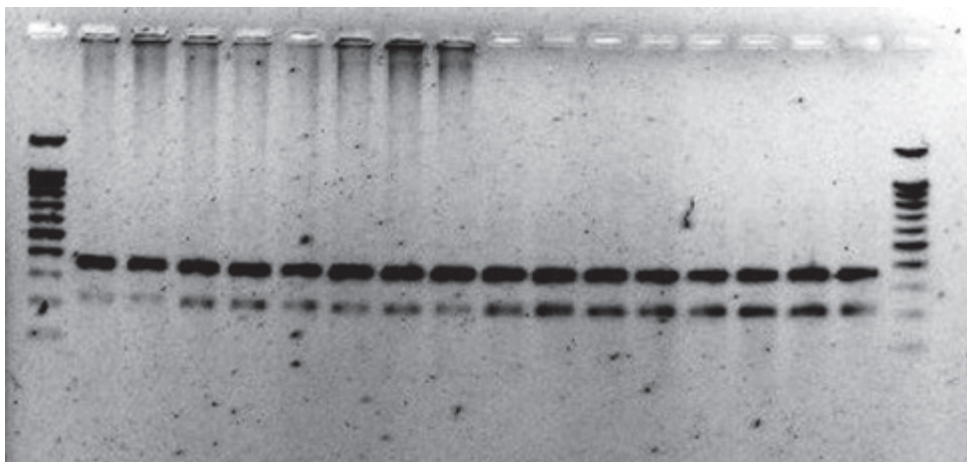


Рис. 3

Фото электрофореза ПЦР-продуктов в 2 %-ном геле агарозы после инкубации образцов крови на картах (пробы 1–8) и лизатов крови в буфере (пробы 9–16) в течение трех недель при температуре +45 °С (пробы 1–4, 9–12) и при +4 °С (пробы 5–8, 13–16).

В качестве размерного стандарта использовали маркер молекулярных масс 100 bp Ladder (M)

При сравнении образцов крови, инкубированных при +45 °С, +20 °С и –20 °С на картах, удалось получить более стабильный результат амплификации очищенных образцов крови на картах. Это обусловлено ингибирующим действием гемоглобина и его дериватов на активность Taq ДНК-полимеразы. При этом режим инкубации не оказывал существенного влияния на результат ПЦР (рис. 4а, б).

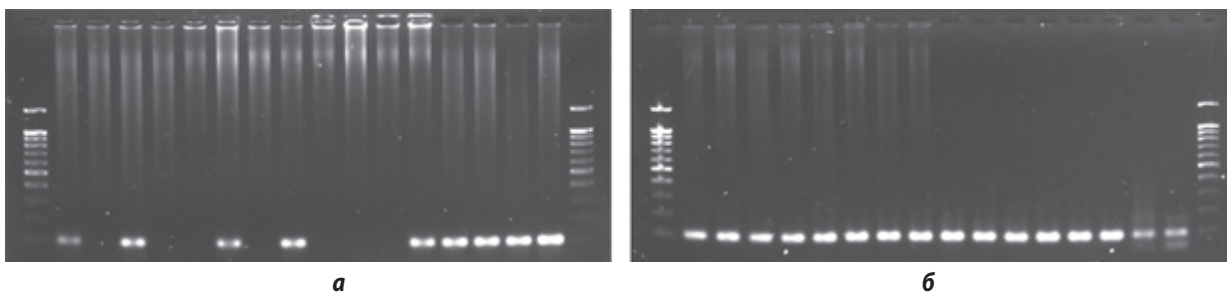


Рис. 4

а – фото электрофореза ПЦР-продуктов в 2 %-ном геле агарозы после инкубации образцов крови на картах без предварительной очистки (пробы 1–12) и с очисткой (пробы 13–24) при +45 °С (пробы 1–4, 13–16), при +20 °С (пробы 5–8, 17–20) и при –20 °С (пробы 9–12, 21–24) в течение трех месяцев;

б – пробы 25–32 – стандартные препараты ДНК рыб известной концентрации.

В качестве размерного стандарта использовали маркер молекулярных масс 100 bp Ladder (M)

При температурных режимах +45 °С и +4 °С ПЦР-продукт нарабатывался в достаточном для его идентификации количестве. Результаты ПЦР-РВ показали незначительное отличие в количествах ДНК в биологических образцах (крови) после инкубации при данных температурах. Значения изменения циклов ПЦР (ΔCt) по результатам ПЦР-РВ ДНК, выделенной из крови осетров, после инкубации в лизирующем буфере в течение 2 месяцев представлены в таблице 1.

Таблица 1

ЗНАЧЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЦИКЛОВ ПЦР ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПЦР-РВ ДНК КРОВИ ОСЕТРОВ ПОСЛЕ ЕЁ ХРАНЕНИЯ В ТЕЧЕНИЕ 2 МЕСЯЦЕВ В ЛИЗИРУЮЩЕМ БУФЕРЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ИНКУБАЦИИ

Показатель	Температура инкубации	
	+45 °С	+4 °С
Среднее значение	19,2	19,8
Стандартное отклонение	1,3	0,4

Достоверная разница между средними значениями изменения циклов ПЦР не наблюдалась. Соответственно деградация активной ДНК-матрицы при инкубации при +45 °С по сравнению с инкубацией при +4 °С статистически не подтвердилась. Противоречие результатов ПЦР-РВ с результатами электрофореза лизатов крови осетров после инкубации можно объяснить тем, что в геле наблюдается деградация в виде образования относительно высокомолекулярных ДНК-фракций от 560 до 2000 нуклеотидных пар. Тогда как при ПЦР-РВ проводится сравнительная количественная оценка ДНК по фрагментам генов *16s rRNA* размером около 100 нуклеотидных пар или *cytb* размером около 300 нуклеотидных пар.

Применение используемого лизирующего буфера позволяет осуществлять не только эффективное длительное хранение биологических образцов (крови) без глубокой заморозки, но и проводить быструю и эффективную экстракцию ДНК.

Итак, очистка образцов крови, иммобилизированной на картах, способствует получению более специфичных ПЦР-продуктов, нежели без нее. Температурный режим хранения образцов крови на картах не оказывает существенного влияния на ДНК образцов крови рыб в течение трех месяцев. Лизаты образцов крови рекомендуется хранить при температуре +4 °С (без заморозки), допускается хранение в течение короткого времени при температуре +45 °С.

Использование карт «БИОХРАН» в качестве носителя биологического материала рыб позволит осуществлять его сбор, транспортировку и длительное хранение без применения дополнительного холодильного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Глущенко В.Д. Аквакультура в России будет развиваться // Рыбоводство и рыболовство. 2000. № 2. С. 2–3.
- Корниенко И.В., Харламов С.Г. Методы исследования ДНК человека. Выделение ДНК и ее количественная оценка в аспекте судебно-медицинского исследования вещественных доказательств биологического происхождения: учебно-методическое пособие. Ростов н/Д: ЮФУ, 2012. 216 с.
- Kocher, T.D., Thomas, W.K. et al. Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: Amplification and sequencing with conserved primers // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1989. Vol. 86. P. 6196–6200.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ВЫЖИВАЕМОСТИ ВТОРОЙ ГЕНЕРАЦИИ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УЗВ

К.А. Молчанова, Е.И. Хрусталева

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград
ksenia.elfimova@gmail.com

Исследования последних лет показывают увеличение потребительского спроса на ценные по пищевым и вкусовым качествам виды рыб. Значимый сегмент в группе рыб так называемого премиум-класса занимает искусственно выращенная форель [Григорьев, 2008; <http://www.fish.gov.ru>]. Освоение рыбоводами различных методов выращивания форели (традиционных прудовых, нашедших широкое применение садковых или более специфичных бассейновых) делает деликатесную форель доступной для населения, а также существенно увеличивает полноту и глубину ассортимента рыбной продукции, параллельно повышая популярность форели на российском потребительском рынке. Каждый из перечисленных методов в силу технологических отличий процесса выращивания рыбы влияет на рыбоводно-биологические особенности объекта.

В связи с этим представляется важным изучить условия выращивания радужной форели в рамках УЗВ с различных точек зрения (скорости роста и выживаемости), что поможет при оценке процесса выращивания и формирования маточного стада форели в УЗВ.

Основными факторами, влияющими на скорость роста сеголетков, являются температура, количество растворенного кислорода в воде, а также количество вносимых кормов. Изменение массы рыб молоди форели второй генерации носило плавный характер, что можно объяснить относительной стабильностью основных абиотических факторов в условиях УЗВ: небольшой амплитудой колебаний температуры и кислорода в границах допустимого, постоянным характером потребления корма.

Следует отметить, что сильных различий по массе в группах мелкой, среднеразмерной и крупной форели в течение всего периода исследований не было. За семь месяцев выращивания прирост массы рыб во всех размерных группах был столь значительным, что сеголетки в крупной группе достигли средней массы 315 г и в группах мелкой и средней приблизились к массе в 300 г. Как известно, масса товарной порционной форели составляет 300–500 г. Это означает, что условия управляемого режима УЗВ позволили в пределах отмеченного периода достичь товарной массы. Подтверждением этому служат данные о скорости роста сеголетков форели (рис. 1).

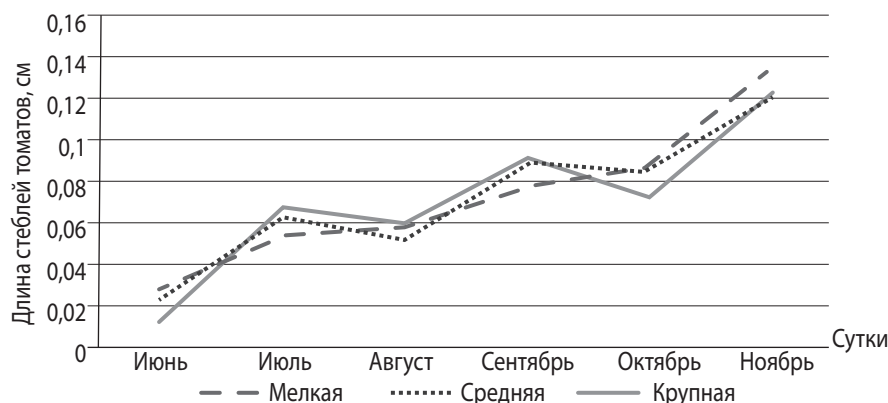


Рис. 1
Динамика коэффициента массонакопления молоди форели второй генерации при выращивании в УЗВ

Обращает внимание однородность в изменении показателя скорости роста (Км) в трех размерных группах в течение всего периода выращивания. Некоторое отставание в скорости роста крупной группы форели в первый месяц было компенсировано в последующие. Однако в октябре скорость роста в этой группе рыб снизилась, аналогично изменилась скорость роста форели в средней и мелкой группах рыб. В отдельные месяцы одна группа росла интенсивней, в другие снижала скорость роста. Но в целом, если дать общую оценку скорости роста рыб в трех группах за весь период, то Км в крупной группе рыб составил 0,075, в средней группе – 0,07, в мелкой группе – 0,068. Данные значения скорости роста можно признать высокими.

Для оценки жизнестойкости молоди форели приведены данные по выживаемости рыбы в УЗВ (рис. 2). По нормативным значениям выживаемость должна составлять не менее 70 %.

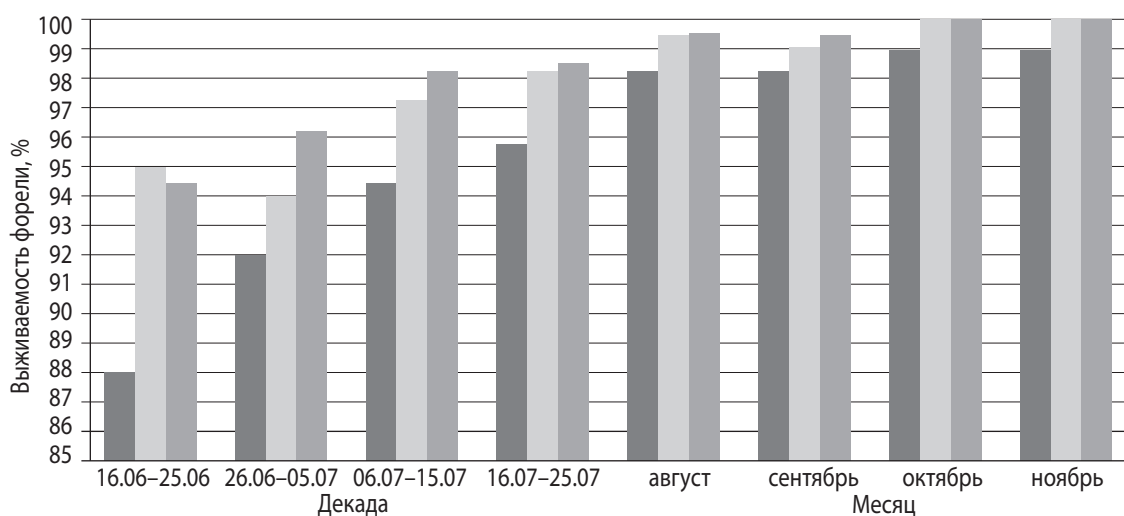


Рис. 2
Выживаемость молоди форели второй генерации при выращивании в УЗВ:
1-й ст. – мелкая, 2-й ст. – средняя, 3-й ст. – крупная

Следует обратить внимание, что только в средней группе рыб в период за 26.06–05.07 выживаемость оказалась ниже, чем в предшествующую декаду. Но в дальнейшем и в других размерных группах была стабильная динамика увеличения показателя выживаемости по мере возрастания массы рыб.

На основании полученных данных можно заключить, что условия выращивания молоди форели были благоприятными, подкреплены качественным кормлением, что в итоге проявилось в высокой выживаемости рыб.

Дальнейшая оценка скорости роста по величине коэффициента массонакопления [Купинский, 2007] показала, что, несмотря на высокую температуру воды, он был существенный (рис. 3). Максимальное значение было зафиксировано в ноябре 2013 г. при температуре, близкой к 21 °С (0,121). Далее оставалось на уровне средних значений. В конце мая 2014 г. при пересчете и оценке состояния рыб было зафиксировано 30 % самцов с текущими половыми продуктами (время подвижности сперматозоидов 22 с) и 10 % самок [Молчанова, 2014]. В это же время был зафиксирован второй пик в изменении коэффициента массонакопления. При средней температуре 19,9 °С значение K_m достигло 0,077.

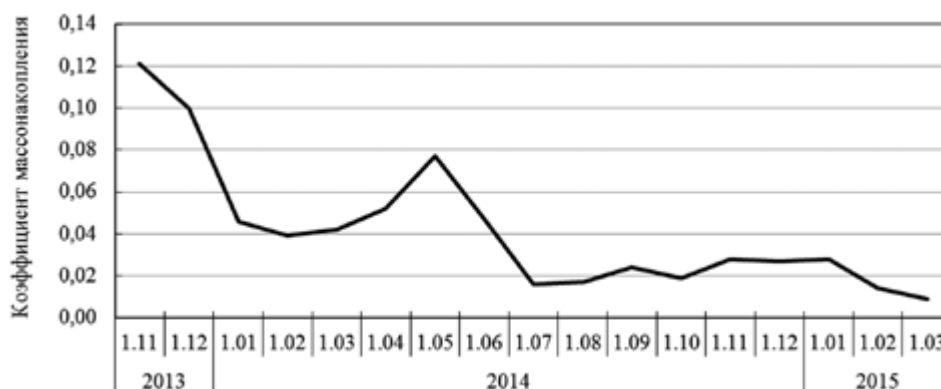


Рис. 3

Динамика коэффициента массонакопления форели при выращивании ремонтно-маточного стада второй генерации в УЗВ

Дальнейшее снижение коэффициента массонакопления связано с изменением физиологического состояния производителей. Значительная часть обменной энергии у них шла на созревание половых продуктов. Выживаемость рыб на втором этапе формирования маточного стада составила 100 %.

Полученные результаты позволяют говорить о том, что потомство производителей, в режиме содержания которых было 2 периода «искусственной зимовки», может достигать полового созревания на год раньше, чем при содержании в условиях повышенных температур воды и отсутствии «искусственной зимовки», показывая при этом опережающий рост по сравнению с родителями [Хрусталев, 2013].

Таким образом, природная гетерогенность по срокам нереста, присущая рыбам одной генерации, была реализована в мае 2014 г. частью производителей и получила дальнейшее развитие на втором этапе формирования маточного стада форели второй генерации в условиях УЗВ рыбоводного цеха ООО «ТПК Балтптицепром».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Григорьев С.С., Седова Н.А. Индустриальное рыбоводство: В 2 ч. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами: учебное пособие для студентов специальности 110901 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной формы обучения. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. Ч. 1. 162 с.

Купинский С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры. Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. 133 с.

Молчанова К.А., Хрусталёв Е.И. Формирование ремонтно-маточного стада форели 2-й генерации в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) // Труды XII Международной научной конференции «Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2014»: В 2 ч. Калининград: ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2014. Ч. 2. С. 80–83.

Продукция аквакультуры. URL: <http://www.fish.gov.ru> (дата обращения: 14.06.17 г.).

Хрусталёв Е.И., Елфимова К.А. Научно-техническое обоснование формирования маточного стада форели в установке замкнутого цикла водообеспечения / ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»; Руководитель Е.И. Хрусталёв. № ГР 01201001806. Калининград, 2013. 34 с.

СЛОЖНОСТИ ВЕДЕНИЯ ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ СО СТАДАМИ РЫБ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

И.В. Моружи, Е.В. Пищенко

Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск
moryzi@ngs.ru

Цель племенного рыбоводства – повышение продуктивности рыб. Задачи:

1. Улучшение собственной продуктивности рыб (повышение скорости роста и увеличение плодовитости).
2. Разработка технологий, при которых возможна полная реализация генетического потенциала рыб.
3. Сохранение производственной базы племенных хозяйств.
4. Организация селекционно-генетических центров.
5. Разработка селекционно-генетических программ в рыбоводстве и их плановое государственное финансирование.
6. Дальнейшая разработка системы государственной племподдержки для племенных рыбхозов, хозяйств-оригинаторов, племенных заводов в рыбоводстве.
7. Плановое финансирование научных учреждений и вузов, занимающихся селекцией рыб.

Усилиями селекционеров-генетиков и производственников в России с 1989 г. по настоящее время создано и культивируется 50 пород, типов и кроссов рыб различных видов. Московским филиалом Государственного селекционно-генетического центра рыбоводства под руководством А.К. Богерука и др. были разработаны основные параметры идентификации пород рыб.

Объекты рыбоводства, включенные в госреестр РФ на декабрь 2016 г. [Демкина, 2011], приведены в таблице 1.

Из 50 селекционных достижений, включенных в Госреестр, в том числе 23 у карпов, из них 3 типа (типы парской породы карпа – Московский чешуйчатый и Московский разбросанный, волжский чешуйчатый тип чувашской чешуйчатой породы) и 4 кросса (кросс Дмитровский, кросс Черепеть Ч, кросс Петровский и кросс Саратовский). Ещё 3 кросса осетровых рыб: ЛС11 (полученный от скрещивания сибирского осетра породы Лена 1 (ленская популяция) со стерлядью породы Стер 1), калуга × стерлядь и стерлядь × калуга.

Таблица 1

СЕЛЕКЦИОННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В РЫБОВОДСТВЕ [Демкина, 2011]

Вид рыб	Селекционные достижения				Итого
	Породы	Типы	Кроссы	Одомашненные формы	
Карп	1	3	4	–	8
Радужная форель	7	–	–	–	7
Толстолобики	–	–	–	2	2
Осетрообразные рыбы	5	–	3	5	13
Пелядь	1	–	–	1	2
Тиляпия	1	–	–	–	1
Амуры	–	–	–	2	2
Всего:	30	3	7	10	50

Таблица 2

ДОКУМЕНТЫ, РЕГУЛИРУЮЩИЕ РЫБОВОДСТВО НА ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ

Документы, регулирующие рыбоводство на внутренних водоемах		Год принятия	Предлагаемое увеличение продукции аквакультуры к 2020 г.
1		2	3
1.	Правительства РФ постановление от 31 октября 1999 года № 1201 «О развитии товарного рыбоводства и рыболовства, осуществляемого во внутренних водоемах Российской Федерации»	1999	410 тыс. т

	1	2	3
2.	Стратегия развития аквакультуры в России до 2020 г., «10» сентября 2007 г. тыс. т: в том числе: • прудовое • индустриальное • пастбищное • марикультура	2007	410 тыс. т 215 тыс. т 55 тыс. т 60 тыс. т 80 тыс. т
3.	Государственная программа Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса», утверждённая постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 314	2014	315 тыс. т
4.	Отраслевая программа «Разведение одомашненных видов и пород рыб (развитие сельскохозяйственного рыбоводства) в РФ на 2011–2013 годы», утвержденной Приказом Минсельхоза России от 31 марта 2011 г. № 86, производство: • товарной рыбы; • рыбопосадочного материала	2011	• до 153 тыс. т • до 39,6 тыс. т

Приоритетное значение при выборе объектов разведения должны иметь быстрорастущие ценные виды, наиболее приспособленные к климатическим условиям конкретных регионов, потребляющие недоиспользуемые кормовые ресурсы водоемов, легко облавливаемые и имеющие высокие потребительские качества. Это растительноядные рыбы (белый и пестрый толстолобики, белый амур), карп, осетровые, буффало, веслонос.

Лидирующую позицию по объемам производства в сельскохозяйственном рыбоводстве занимают карп и растительноядные виды рыб. Причем в южных регионах в поликультуре преобладает толстолобик и белый амур, тогда как по мере продвижения по рыбоводным зонам в сторону севера начинает преобладать карп. Сегодня эти виды рыб являются традиционными продуктами повседневного потребления, они доступны по цене, обладают высокими питательными и вкусовыми качествами. Они составляют около 80 % объема производства продукции в аквакультуре России.

До настоящего времени основное выращивание карповых рыб ведется на производственных мощностях, построенных в советское время. Предприятия не в полной мере используют резервы имеющихся площадей для увеличения роста объемов выращивания рыбы, чего можно достичь путем более полного освоения мощностей и повышения рыбопродуктивности. Расчеты показывают, что с построенных еще в советские времена 150 тыс. га нагульных прудовых площадей при средневзвешенном нормативном выходе рыбы с 1 га, равном 1,8 тонн, специализированные рыбхозы в состоянии получить 270 тыс. тонн рыбы.

Сами рыбопитомники находятся в крайне запущенном состоянии. В момента их строительства прошло 50–60 лет, износ гидросооружений достигает 90 %. Если эти производства попадают в руки предпринимателей-строителей, то они начинают вкладывать немалые деньги в ремонт. И в первые 5 лет имеют убытки. Поэтому чаще всего уходят. Племенное хозяйство переходит к другому предпринимателю, и пока его научные сотрудники учат, – к третьему.

Так, на территории юга Западной Сибири в конце XX века были созданы 2 высокопродуктивные породы: сарбоянский карп [Коровин, Зыбин, 1989] (хозяйства-оригинаторы – Омский Учхоз, «Приволье» Красноозерский район Новосибирской области) и алтайский зеркальный карп [Иванова, Морузи и др., 1996] (племрыбхозы «Зеркальный» Павловского района и «Кытмановский» Кытмановского района Алтайского края).

В настоящее время осталось 1 племхозы в Алтайском крае – ООО «Агрофирма Маяк», которое находится в состоянии банкротства. Статус племенного поддерживается за счет исследований научных сотрудников, которые ведут селекционную работу за свой счет, без поддержки, за счет зарплаты профессора Новосибирского ГАУ.

Поголовье сарбоянского карпа есть, а документов, что это племенное поголовье, нет, и у хозяйства нет статуса племенного хозяйства, т.к. оно переходит от одного к другому предпринимателю уже около 15 лет. И здесь мы пытаемся заново описать племенное стадо, также будет регистрироваться породный тип сарбоянского карпа. Работа ведется за свой счет. Нас не финансирует ни хозяйство, ни государство.

Напрашивается вывод – племенные рыбоводные хозяйства должны быть или государственными, или иметь значительную государственную поддержку племенных стад.

Необходимо иметь «Программу развития племенного рыбоводства РФ», предусматривающую финансирование селекционно-племенных научных работ в плановом режиме, а не через систему грантов. Сама программа должна быть расписана по отраслям по степени объема производства:

- карповые (каarp, растительоядные);
- лососевидные (форель, сиговые);
- осетровые;
- прочие виды.

Необходимо создать селекционно-племенные центры рыбоводства и не только в средней полосе России, но и в Сибири, например при вузах, поскольку это государственные учреждения. В Новосибирском ГАУ работают 4 селекционера, из них 2 доктора наук. Имеется участок 15 га в долгосрочной аренде в нижнем бьефе Новосибирского водохранилища, где можно построить селекционно-племенный центр (племенной рыбоводный завод) для производства молоди разных видов рыб, где можно сочетать два направления: производство племенной продукции и обучение специалистов-рыбоводов.

В течение последних 20–30 лет большое внимание уделялось осетровым, лососевым, а в Сибири – сиговым рыбам. Осетровыми нужно заниматься, это российское природное богатство. Необходимо восстанавливать стада, выращивать товарную рыбу.

Но средний гражданин России покупает осетровых очень редко, лососевых – чуть чаще, а в основном потребляет карповых рыб. Это связано со стоимостью. Если 1 кг карповых стоит 180 руб., а осетровых – 1300 руб., то выбор населения очевиден.

Повышение рыбопродуктивности имеющихся площадей возможно достичь выращиванием высокопродуктивных пород и их гибридов F1. Для этого племенные предприятия должны иметь значимую государственную поддержку. В настоящее время основная часть племенных хозяйств является частными предприятиями. Их хозяева зачастую не являются специалистами в данной отрасли. Чаще всего это предприниматели, для которых это второе производство. Иногда это фанаты рыбоводства, но обычно это люди, пытающиеся получить прибыль. Для получения реальной прибыли в хозяйстве, имеющем 100–200 га нагульных площадей, при искусственном воспроизводстве карпа хватает 50 самок и 100 самцов. А в хозяйстве для поддержки уровня разнообразия генотипа содержится 550 самок и 1100 самцов. У предпринимателя возникает вопрос: «А зачем мне это надо?» Субсидии, которые они получают от государства, рассчитаны по количеству самок, как в других отраслях животноводства. Где семенем от одного быка можно оплодотворять большое количество коров. А в рыбоводстве на 1 самку требуется 2 самца. А субсидии рассчитываются без учета самцов.

Размер субсидий тоже весьма мал, его рассчитывают ½ от субсидий на 1 корову. Для расширения работ по воспроизводству, получения высококачественного рыбопосадочного материала необходимо будет провести расширение и реконструкцию рыбопитомников, увеличить поголовье племенного маточного стада разводимых рыб.

В Российской Федерации работает пять племенных форелевых хозяйств. Три расположены на юге страны – ФГУП «Племенной форелеводческий завод “Адлер”» (Краснодарский край), ОАО «Племенной рыбоводный завод “Кабардино-Балкарский”» (Республика Кабардино-Балкария), ЗАО «Сельскохозяйственный племенной завод “Форелевый”» (Ставропольский край). И два предприятия на северо-западе – ФГУП «Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства» и ЗАО «Лапландия» (Ленинградская область).

Только одно племенное хозяйство-оригинатор по алтайскому зеркальному карпу [Государственный реестр ... 1994] расположено в Западной Сибири, два других исчезли. В них не ведется племенная работа, и они не работают как племрепродукторы. Занимаются выращиванием товарной рыбы.

Еще хуже обстоят дела с породой сарбоянский карп [Государственный реестр ... 1993; Коровин, Зыбин, 1996]. Это вторая из зарегистрированных пород в России. Стадо сохранено в одном из хозяйств-оригинаторов, но оно в результате частого перехода от одного предпринимателя к другому потеряло статус племенного. Вести работу по селекционному отбору здесь очень сложно. Пруды находятся в плохом состоянии. В целом разрушена и с трудом восстанавливается технологическая база хозяйства.

Таким образом, работа по селекции высокопродуктивных стад карпа в России начата в конце XX века и в настоящее время имеет низкую эффективность. В первую очередь, это связано с экономическим состоянием хозяйств и уровнем организации рыбоводных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию № 6135. Новая порода прудовых рыб – Алтайский зеркальный карп / Иванова З.А., Моружи И.В., Сапунов Л.Я., Буймов В.М., Жданова Н.И., Ковригина Т.С. Зарегистрировано в государственном реестре Роспатента 23 марта 1994 г.

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию №9357412. Сарбоянский карп / В.А. Коровин, А.С. Зыбин. 1993.

Демкина Н.В. Генетический мониторинг: использование биохимических маркеров в селекции и разведении карповых и осетровых рыб // Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Астраханский гос. технический ун-т», Дмитровский фил. (ДФ ФГБОУ ВПО «АГУ»). Москва: Издательский дом «Вести», 2011. 147 с.

Коровин В.А., Зыбин А.С. Описание селекционного достижения – сарбоянский карп (Научный отчет СибНИП-ТИЖ, рукопись). Новосибирск, 1996. С. 109.

ПОЛНОЦЕННЫЕ КОМБИКОРМА ДЛЯ ТИЛЯПИИ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

***С.В. Пономарев¹, И.В. Куракин¹, Д.В. Михайличенко¹,
Ю.В. Федоровых¹, Ю.М. Ширина¹, Ю.В. Сергеева¹, С.А. Лукьянович¹***

¹Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань

²ООО «НРБТ-Степное», г. Астрахань

jaqua@yandex.ru

Тропические рыбы тилапии – традиционный объект промысла и аквакультуры в странах Африки и Ближнего Востока, находящихся на территории их естественного ареала. Только относительно недавно, начиная с 50-х годов прошлого столетия, ареал выращивания тилапии стал стремительно расширяться, и в настоящее время ее культивируют более чем в 120 странах [Halwart et al., 2010; GLOBEFISH ... 2013; Seafood choices ... 2015]. Столь быстрое распространение тилапии в мировой аквакультуре и значительный рост ее производства объясняется рядом биологических особенностей и хозяйственно-полезных качеств, которые свойственны этим рыбам. Обладая ценными рыбоводными показателями: легкостью воспроизводства, быстрым ростом, высокой жизнеспособностью, широкой экологической пластичностью, отличными пищевыми качествами – тилапии представляют безусловный интерес и для аквакультуры России [Бахарева и др., 2014; Тетдоев, 2009]. Согласно статистике ФАО, тилапии принадлежит второе место среди культивируемых в мире рыб после карпа. В 2011 г. общий объем мировой продукции тилапии вырос до 3,585 млн т, а в 2012 г. уже превысил 4,2 млн т. Более чем 30 стран импортируют 55 тыс. т свежей и замороженной тилапии, что оценивается в 200 млн долларов США. Рынок тилапии за последнее время расширился за счет таких стран, как Россия, Иран и Гонконг [Halwart et al., 2010; Тетдоев, 2009].

До настоящего времени этот перспективный объект аквакультуры в промышленном масштабе в России не выращивался [Тетдоев, 2009]. В десятке малых рыбоводных хозяйств России есть небольшие маточные стада тилапии, в основном нильской. Рыбоводные хозяйства Московской, Тюменской областей, Краснодарского и Ставропольского краев выращивают тилапию в объеме до 5 т в год [Мировой объем ... 2015; Привезенцев и др., 2006; Привезенцев, 2008]. В 2013 году на юге Тюменской области на Сладковском товарном рыбоводческом хозяйстве (СТРХ) стали специализироваться на производстве товарного гибрида красной и нильской тилапий. В своей работе рыбоводы данного предприятия используют корма известной зарубежной марки, специалистами которой разработана целая линейка полнорационных кормов для тилапии, основанных на рыбном и растительном белках.

Тилапии хорошо потребляют корма как растительного, так и животного происхождения. Потребность тилапий в белке несколько меньше, чем карпа, угря и форели [Бахарева и др., 2014]. В Азии и Африке в качестве кормов используют рисовые отруби, молотый рис, водные и наземные растения, пищевые отходы, рыбную муку. При выращивании тилапии в монокультуре можно использовать зерновые отходы и шроты, а также комбикорма, применяемые при выращивании карпа. Личинки тилапии могут потреблять искусственные корма

сразу после перехода на активное питание, что облегчает выращивание этих рыб в садках и бассейнах [Привезенцев и др., 2006]. Считается, что для личинок тилапии лучше использовать комбикорма с содержанием 35–45 % белка и 10–11 % жира. Молодь тилапии хорошо растет на комбикормах, содержащих 26–30 % белка и 7–10 % жира. Суточный рацион (в % от массы тела) у тилапии при температуре воды 27–29 °С зависит от массы рыбы [Привезенцев, 2008].

Анализ отечественного рынка комбикормового сырья подтвердил наличие всего качественного ассортимента кормовых компонентов, что позволяет снизить стоимость кормов по сравнению с зарубежными на 30–50 %. Объектом нашего исследования послужила красная тилапия (*Oreochromis niloticus*), завезенная 16 июля 2014 г. из Сладковского товарного рыбоводческого хозяйства в количестве 1100 экземпляров в возрасте 7 дней, средней массой 0,015 г. Экспериментальные работы проводились на базе Инновационного центра «Биоаквапарк – НТЦ аквакультуры» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет».

Первая серия опытов по определению эффективности кормления различными комбикормами молоди тилапии была начата 8 сентября 2014 года при достижении средней массы 8,5 г и длины 7,5 см. Температура выращивания в аквариумах составляла 28–29 °С. Кислород не опускался ниже 6–7 мг/л. До указанной массы личинок подращивали в течение 54 суток на стартовом корме зарубежного производства, при этом отход не превысил 4 %. Результаты выращивания представлены в таблице 1. Как видно из таблицы, лучшие показатели абсолютного прироста наблюдались в вариантах 1, 3, 5 и 4, где абсолютный прирост был выше 7 г. В варианте 2 показатель прироста не превышал 4,2 г. Максимальный среднесуточный прирост массы составил 2,61 % в 3-м варианте, также высокий прирост демонстрировали варианты 1 и 4. Худшие показатели наблюдались в варианте 2.

Упитанность – универсальный показатель, который характеризует как содержание жира в организме, так и физиологическое состояние рыбы и ее потребительскую ценность. В нашем случае наибольший показатель конечной упитанности 2,28 был отмечен в 5 варианте, а также в варианте 4. За все время выращивания (30 суток) отход наблюдался только в варианте 2 и составил не более 4 %. При проведении физиологических исследований мышц тилапии было определено, что рыбы из различных вариантов отличались по количественным характеристикам изученных биохимических параметров – количество общих липидов, водорастворимого белка (с пересчетом на общий белок) и процентного соотношения аминокислот.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ТИЛЯПИИ НА РАЗЛИЧНЫХ КОРМАХ (1 СЕРИЯ ОПЫТОВ)

Вариант / Показатель	1. Комбикорм зарубежного производства	2. Рецептuru АГТУ (41 % белка)	3. Рецептuru АГТУ (33 % белка)	4. Рецептuru АГТУ (29 % белка)	5. Экспериментальный карповый корм
Масса начальная, г	8,23 ± 0,62	7,15 ± 0,62	7,6 ± 0,39	7,84 ± 0,64	9,88 ± 0,87
Длина начальная, см	7,33 ± 0,23	6,9 ± 0,26	7,45 ± 0,15	7,46 ± 0,26	7,93 ± 0,19
Масса конечная, г	17,36 ± 1,18	9,35 ± 0,49	16,58 ± 16,58	15,15 ± 0,83	17,6 ± 1,84
Длина конечная, см	9,61 ± 0,26	7,78 ± 0,16	9,47 ± 0,19	9,1 ± 0,21	9,17 ± 0,39
Абсолютный прирост, г	9,13	2,2	8,98	7,31	7,72
Упитанность начальная, %	2,08	2,17	1,83	1,88	1,98
Упитанность конечная, %	1,96	1,98	1,95	2,01	2,28
Среднесуточный прирост, %	2,49	0,89	2,61	2,2	1,92
Выживаемость, %	100	96,53	100	100	100
Время выращивания, сут	30	30	30	30	30

Химический анализ мышц показал, что содержание общего белка в мышцах колебалось от 11,5 до 17,3 мг/г, что позволяет отнести мясо тилапии к среднебелковым (табл. 2). Наибольший показатель содержания общего белка, а также белков саркоплазмы был отмечен в варианте 5–46,28 и 15,3 мг/г, в варианте 3–37,98 и 13,3 мг/г. Уровень общих липидов в мышцах тилапии находился в пределах 0,83–1,3 %, что говорит о низкой жирности мяса. По этому показателю лидировали варианты 4, 5, 2 и 3. Отмеченные показатели качества мяса тилапии – низкая жирность и высокое содержание белка – позволяют выделить варианты комбикормов 5 и 3. Был проведен аминокислотный анализ мышечной ткани исследуемых рыб. Динамика свободных аминокислот в тканях отражает общие тенденции метаболизма, следовательно увеличение пула свободных аминокислот свидетельствует об усилении катаболических процессов и расщеплении белков как источника энергии или их использовании в адаптивных перестройках метаболизма [Руководство по методике ... 1962; Плиева и др., 2004].

**КОЛИЧЕСТВО ОБЩИХ ЛИПИДОВ И ВОДОРАСТВОРИМОГО БЕЛКА
(С ПЕРЕСЧЕТОМ НА ОБЩИЙ БЕЛОК) В МЫШЦАХ ТИЛЯПИИ**

Вариант	Количество общих липидов в мышцах, %	Количество водорастворимого белка в мышцах, мг/г	Количество общего белка (с пересчетом от количества водорастворимого белка) в мышцах*, %
1	0,83 ± 0,04	35,5 ± 2,05	12,0 ± 0,68
2	0,99 ± 0,032	36,87 ± 1,9	11,5 ± 0,2
3	0,91 ± 0,01	37,98 ± 1,82	13,3 ± 0,22
4	1,3 ± 0,04	36,17 ± 2,3	12,0 ± 0,13
5	0,99 ± 0,04	46,28 ± 3,1	15,3 ± 0,3

Примечание: *к водорастворимым белкам относятся миогены А и В, миоальбумин, миопротеид и в мышцах рыбы они составляют 20–25 % от общего количества белков и входят в состав саркоплазмы.

Экспериментальные данные показывают, что белки тилапии являются сбалансированными по аминокислотному составу. Обнаружено 18 аминокислот, причем присутствуют все незаменимые (треонин, валин, метионин, триптофан, лейцин, изолейцин, фенилаланин, лизин, аргинин, гистидин). По содержанию последних лидировали рыбы, выращиваемые на комбикормах рецептов 1, 2, 4. По суммарному количеству незаменимых и заменимых аминокислот достоверных отличий не наблюдалось. Таким образом, по комплексу рыбоводно-биологических показателей, а также с учетом проведенного химического анализа мяса тилапии, в первой серии опытов выделился ряд лидеров: контрольная группа, выращиваемая на зарубежных кормах (вариант 1), опытная рецептура АГТУ с 33 % содержания белка (вариант 3), опытная рецептура карпового корма (вариант 5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н. и др. Влияние уровня жира в кормах на физиологическое состояние рыб // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. 2014. № 1. С. 55–61.
- Мировой объем производства продукции аквакультуры – онлайн-запрос. URL:<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/ru> (дата обращения 10.03.2017).
- Плиева Т.Х., Лаврентьева Н.М., Тетдоев В.В. Эколого-физиологические особенности голубой тилапии // Вестник РГАЗУ. Т. 5. 2004. С. 50–51.
- Привезенцев Ю.А. Тилапии (систематика, биология, хозяйственное использование). М.: Столичная типография. 2008. 80 с.
- Привезенцев Ю.А., Боронецкая О.И., Плиева Т. Х. Методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тилапий. М.: РГАУ-МСХА. 2006. 23 с.
- Руководство по методике исследования физиологии рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 375 с.
- Тетдоев В.В. Размножение и выращивание тилапии в естественных водоемах и в условиях индустриальных рыбоводных хозяйств. М: Изд-во РГАЗУ, 2009. 102 с.
- GLOBEFISH: Highlights. A quarterly update on world seafood markets. Issue 3/2013. FAO Pbl. P. 29–30.
- Halwart M., Soto D., Arthu J.R. Садковая аквакультура. Региональные обзоры и всемирное обозрение // Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству № 498. Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций, 2010. 259 с.
- Seafood choices. Tilapia. [Электронный ресурс]: http://seafoodhealthfacts.org/seafood_choices/tilapia.php (дата обращения 10.03.2017).

РАСШИРЕНИЕ СПЕКТРА ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ РОССИИ ЗА СЧЕТ ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ АМУРСКОГО КОМПЛЕКСА

Е.И. Рачек

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток
evgeniy.rachek@tinro-center.ru

В последние годы ФГБНУ «ТИНРО-Центр» проводит работы по формированию ремонтно-маточного стада (РМС), разработке технологий выращивания жизнестойкого потомства и определению возможности использования в аквакультуре двух ценных видов рыб амурского комплекса – черного амурского леща и окуня-аухи. Обе рыбы, обитающие в бассейне р. Амур, внесены в Красные книги России, Хабаровского и Приморского краев как виды 1-й и 2-й категорий, находящиеся под угрозой исчезновения или сокращающиеся в численности.

Черный амурский лещ (*Megalobrama terminalis* (Richardson)) внешне похож на обыкновенного леща, обитающего в европейской части России, но никаких близких родственных связей с ним не имеет. Черный амурский лещ широко распространен в пресноводных водоемах Восточной Азии от бассейна р. Амур до Южного Китая. В Приморье встречается в реках Уссури, Сунгача и оз. Ханка. В Китае является обычным объектом прудовой поликультуры. Это быстрорастущая теплолюбивая рыба с ценным мясом, достигающая длины 60 см и массы 7,6 кг с продолжительностью жизни 10–15 лет (рис. 1).



Рис. 1 Черный амурский лещ

Лещ созревает на шестом-восьмом году жизни, после чего нерестится ежегодно во время паводка при достижении температуры 22–23 °С. Плодовитость около 250 тыс. шт. икринок. Икра откладывается на растительность, затем икринка отрывается от субстрата, и дальнейшее развитие эмбрионов происходит в толще воды на течении. Молодь черного леща питается веслоногими ракообразными, личинками хирономид и нитчатыми водорослями. В пище взрослых рыб большую роль играют водная растительность и моллюски.

Материалом для формирования РМС черного амурского леща послужили 6 экз. молоди средней массой 13 г, отловленных в р. Амур в 2007 г. Потребовались разрешения Росприроднадзора на его отлов в природе, содержание и воспроизводство в искусственно созданной среде обитания.

Работу проводили на Лучегорской научно-исследовательской станции ТИНРО-Центра, имеющей статус полносистемного тепловодного хозяйства. В состав станции входят 128 садков площадью 10 м² каждый, инкубационно-выростной комплекс, а также несколько тепловодных мальковых прудов площадью от 0,2 до 0,7 га.

До наступления половой зрелости черных лещей содержали в одном садке, используя для кормления осетровые гранулированные комбикорма (табл. 1).

Таблица 1

ДИНАМИКА РАЗМЕРНО-МАССОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНЫХ АМУРСКИХ ЛЕЩЕЙ В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ РМС

Показатели	Возраст рыбы, годы									
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+
Масса рыбы, г	13	190	350	500	865	1200	1315	1530	1680	2300
Длина рыбы AD, см	8,6	20,3	24,0	35,0	38,1	39,1	39,5	41,0	42,8	44,7

Лещи впервые участвовали в нерестовой кампании 2013 г. в возрасте 6 лет. Из 6 производителей 5 экз. оказались самками с массой тела от 1,2 до 1,6 кг. Единственный самец имел массу 0,95 кг. Затем нерест проводили ежегодно при температуре воды 22–25 °С.

Для созревания производителей черного леща применяли препарат «Нерестин-6». Во время первого нереста шестигодовые самки продуцировали в среднем 142 г икры со средней навеской икринки 1,0 мг, рабочая

плодовитость составляла 142 тыс. шт. икринок. Масса икры от девятигодовалых самок возросла до 340 г, навеска икринок – до 1,4 мг, рабочая плодовитость – до 243 тыс. шт. икринок.

Самец всегда созрел на несколько часов раньше самок. Во время всех нерестовых кампаний он продуцировал от 6 до 12 мл спермы качеством 5 баллов за одно сцеживание.

Осемененную обесклеенную икру черного леща инкубировали в аппаратах Вейса и ВНИИПРХ. Развитие эмбрионов происходило очень быстро. При температуре воды 22–25 °С вылупление первых личинок начиналось через 30 и 24 часа инкубации соответственно. Выход личинок от икры всегда был высоким и находился на уровне 80–95 %.

По форме тела, желточного мешка и поведению личинки черного амурского леща весьма походили на личинок растительноядных рыб. Практически прозрачные личинки при вылуплении имели длину 4,0–4,5 мм. При температуре от 21 до 25 °С заполнение плавательного пузыря и окрашивание личинок происходило на четвертые сутки с момента вылупления, на пятые сутки они начинали питаться живыми кормами. Через 10–15 суток личинок переводили на искусственные корма. Молодь в возрасте 50 суток достигала массы 1,5–2,5 г.

Начиная с 2013 г., молодь леща выращивали в тепловодных мальковых прудах в поликультуре с четырьмя видами карповых рыб. Для зарыбления удобренных прудов площадью 0,2–0,7 га использовали подрощенных в бассейнах десятисуточных личинок массой 10–15 мг. Рыбу в прудах кормили 2–3 раза в день стартовыми кормами с высоким содержанием протеина. Выход лещей из прудов с различными плотностями посадки и режимами кормления составлял от 18 до 58 % при массе сеголеток от 3,0 до 12 г [Рачек, 2016].

С 2013 г. формировалось ремонтное стадо черного леща второго поколения селекции. В нересте 2016–2017 гг. использовались первые созревшие четырехлетние самцы и пятилетние самки. В настоящее время численность маточного стада лещей составляет 55 особей.

По 3–7 тыс. экз. лещей массой 3–5 г ежегодно выпускали в водоподводящий и водоотводящий каналы Приморской ГРЭС и водоем-охладитель. При высокой температуре воды, обильной кормовой базе бентоса и моллюсков, наличии водной растительности, потенции роста теплолюбивых лещей проявились в полной мере. Так, двухлетки в водоеме выросли до 400–600 г, трехлетки – до 900–1700 г. Все трехлетние самцы в середине лета 2015 г. были текучими. В летних уловах 2016 г. встречались четырехлетние самки массой от 2,0 до 2,8 кг с икрой на III–IV и IV стадиях зрелости. Вероятен нерест лещей в водоотводящем канале.

Китайский окунь-ауха (*Siniperca chuatsi* (Basilewsky)) – представитель семейства морских окуней, приспособившийся к жизни в пресной воде. Обитает в реках Китая, Кореи, нижнем и среднем течении р. Амур. В Приморском крае встречается в реках Уссури, Сунгача, оз. Ханка. В спинном, брюшном и анальном плавниках имеются мощные колючки. Рот очень большой, нижняя челюсть сильно выдается вперед. Окраска окуня типична для хищника-засадчика. Спина серая или зеленовато-серая, серебристо-желтоватые бока и желтоватые с красным оттенком плавники покрыты темными пятнами неправильной формы (рис. 2).

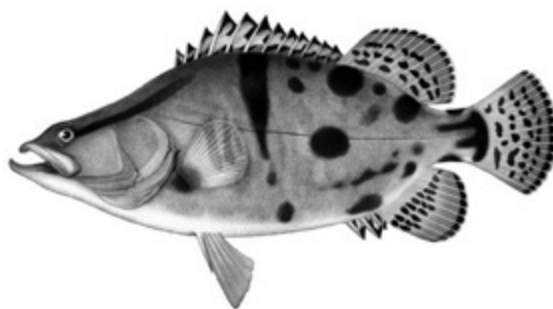


Рис. 2 Китайский окунь-ауха

Эта рыба с мясом превосходного вкуса без мышечных вильчатых костей живет до 9 лет, достигая длины 50–60 см и массы 8–9 кг. Созревают самцы аухи в возрасте трех лет при длине 25–30 сантиметров, а самки аухи на пятом году жизни при длине 32–34 см. После достижения половой зрелости рыбы нерестятся ежегодно, нерест порционный до трех раз за лето. Средняя плодовитость 160 тыс. шт. икринок. Нерест происходит на течении, икра придонная пелагическая за счет жировых капель.

Поедает ауха в основном мелкую малоценную рыбу, но благодаря своему огромному рту потребляет также высокотелых рыб – карася и горчаков. Рыба очень прожорлива и неутомимо охотится все теплое время года. Маточное стадо окуня-аухи было сформировано из молоди, отловленной в водоем-охладителе Приморской ГРЭС (табл. 2).

Таблица 2

ДИНАМИКА РАЗМЕРНО-МАССОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КИТАЙСКОГО ОКУНЯ-АУХИ
В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА

Показатели	Возраст рыбы, годы				
	0+	1+	2+	3+	4+
Масса рыбы, г	90	735	1190	2170	3950
Длина рыбы AD, см	16,5	28,4	39,0	44,4	57,5

Окуня кормили малоценными видами рыб – востробрюшкой и колючим горчаком в живом и снулом виде. При проведении нереста использовалась модифицированная нами методика, разработанная в России в 80-х годах прошлого века ВНИРО [Рекомендации ... 1983]. Для созревания производителей вместо гипофизов карповых рыб применялись препараты серии «Нерестин». В бассейнах площадью 1 м² глубиной 0,4 м при искусственно созданном течении нерестили одновременно до двух самок и четырех самцов массой от 2 до 5 кг. Отложенную набухшую икру с плотной оболочкой собирали со дна бассейна сачками, взвешивали, определяли массу одной икринки и плодовитость. Рабочая плодовитость самок варьировала в пределах 130–160 тыс. шт. икринок, масса набухших икринок – от 5,1 до 5,6 мг. Икру 2–3 суток инкубировали в аппаратах ВНИИПРХ при температуре 23–25 °С. Выход личинок от икры варьировал в пределах 60–95 %.

На вторые-третьи сутки после вылупления личинки аухи приступали к активному питанию. Причем хищником окунь-ауха становится с раннего возраста, имея загнутые внутрь рта зубы, предназначенные для удержания добычи. Личинки аухи нападают с хвоста на личинок других видов рыб, иногда превосходящих их по размеру в два раза, вцепляются в него и постепенно заглатывают добычу до головы. Зоопланктон, мотыль, трубочник и искусственные корма первые 10 дней питания личинки китайского окуня игнорируют.

С целью обеспечения хищников живым кормом одновременно с их нерестом организовывали встречный нерест карповых рыб – сазана, карпа и белого толстолобика из расчета 5–7 кормовых личинок на 1 личинку аухи. Личинки окуня росли очень быстро, но при недостатке корма наблюдался высокий уровень каннибализма, а при его отсутствии в течение нескольких суток – истощение и гибель рыб.

В опытах, проводимых в бассейнах с укрытиями в виде камней и коряг, по несколько сотен молоди китайского окуня за 1,5 мес. подращивали до 4–7 г при выживаемости до 20 %, а затем в садках в течение 2,5 мес. до 75 г при выживаемости 75–100 %.

В прудовых опытах трехсуточных личинок аухи выращивали в поликультуре с личинками 4–5 видов карповых рыб. Выход от неподрощенных личинок окуня с высокой плотностью посадки всегда был крайне низким и составлял 0,1–0,2 % в случаях, когда зарыбление происходило на 10–15-е сутки после посадки в пруд личинок карповых рыб. При одновременном зарыблении личинками карповых рыб и окунем с низкой плотностью посадки последнего, выживаемость возрастала до 2–3 %. Зарыбление прудов личинками аухи навеской 20–30 мг в количестве 500–2000 экз./га способствовало повышению выживаемости до 23 %, молодь 0,22–0,35 г – до 26 %, молодь 0,5–0,8 г – до 34 %. Во всех вариантах опытов масса сеголеток окуня-аухи в возрасте 2–2,5 месяца находилась в пределах 60–134 г, в среднем 90 г.

В настоящее время численность производителей окуня-аухи в садках Лучегорской НИС составляет 60 особей массой от 2,5 до 6,0 кг.

Проведенные эксперименты показали перспективность использования черного амурского леща и окуня-аухи в качестве объектов прудовой и пастбищной аквакультуры. Черный амурский лещ наиболее перспективен в качестве биологического мелиоратора водоемов-охладителей тепловых электростанций. Он выполняет роль черного и белого амуров, потребляя большое количество моллюсков и водной растительности. Окунь-ауха наиболее приемлем в качестве хищника-мелиоратора в прудовых хозяйствах с большим количеством малоценной рыбы. Преимуществом окуня являются его высокие вкусовые качества и отсутствие нереста в стоячей воде, что предотвращает бесконтрольное размножение хищника.

Использование в промышленных масштабах технологий воспроизводства и культивирования черного амурского леща и окуня-аухи будет способствовать увеличению их численности в природе и внедрению этих ценных видов в качестве объектов аквакультуры в прудовых, тепловодных и пастбищных рыбоводных хозяйствах России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Рачек Е.И. Первые результаты искусственного воспроизводства черного амурского леща // VI Дружининские чтения. Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием (28–30 сентября 2016, Хабаровск). Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2016. С. 281–285. (Научное электронное издание на компакт-диске).

Рекомендации по искусственному разведению китайского окуня-аухи. М.: ВНИРО, 1983. 13 с.

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СИБИРСКОГО ОСЕТРА ПО СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ПОТОМСТВА НА ЭМБРИОНАЛЬНОЙ СТАДИИ РАЗВИТИЯ

В.М. Симонов, Е.В. Виноградов

Всероссийский НИИ пресноводного рыбного хозяйства, п. Рыбное, Московская область
simvmi50@gmail.com

Актуальность работ определяется большой практической значимостью искусственного воспроизводства сибирского осетра как в целях разведения, так и проведения селекционных работ с осетровыми рыбами. Формирование маточных стад в заводских условиях приобрело исключительную важность для сохранения природного био-разнообразия рыб в целом и осетровых в частности [Лабенец, Бубунец, Новосадова, 2013; Слапогузова, Сытова, Бурлаченко, 2014; Соколов, 2005]. Аквакультура – одно из важнейших направлений обеспечения продовольственной безопасности страны. Особую актуальность развитие отечественной аквакультуры приобретает в условиях санкционного режима и необходимости импортозамещения [Бочаров, 2016; Слапогузова, Сытова, Бурлаченко, 2014].

Качество и жизнестойкость потомства осетровых зависит не только от состояния тех или иных факторов среды, но и от качества родительских пар [Загребина, 2007; Залепухин, 2007; Журавлёва, 2009]. Причина вариабельности или качества развивающегося организма заключается прежде всего в разнокачественности зрелой икры рыб, которая определяется особенностями состояния материнского организма и ходом оогенеза [Залепухин, 2007].

Чувствительность эмбрионов к действию абиотических факторов, таких как кислородная недостаточность, резкие колебания температуры, механические повреждения и другие воздействия, оказывает влияние на ход морфогенетических процессов, вызывая появление уродливо развитых зародышей, а во многих случаях приводя к летальным исходам [Журавлева, 2009].

Целью работы является оценка производителей осетровых рыб по выживаемости икры в условиях неблагоприятного воздействия на эмбриональных стадиях развития, что позволит оценить продуктивные качества производителей при формировании маточного стада сибирского осетра.

Работа выполнялась в условиях Конаковского завода и на экспериментальной базе ФГБНУ Всероссийского НИИ пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ). Исследования проводили на развивающейся икре, предличинках и личинках семейных групп (потомства от индивидуальных скрещиваний) сибирского осетра ленской популяции *Acipenser baerii*.

В качестве факторов средового воздействия использовали изменение температуры среды инкубации выше оптимального диапазона, острую и хроническую форму воздействия температурного фактора, обезвоживание. Тестирование эмбрионов проводили на стадиях гастролы, нейрулы и после выхода эмбрионов из икринок.

Данные тестирования состояния эмбрионов ленского осетра под воздействием температуры приведены в таблице 1. Исследования проводили на полусибсах – потомствах от скрещивания трех самок (7, 5 и 12) на одного самца (2). Показано, что в исследованном диапазоне температур достоверных различий между опытными группами и контролем не обнаружено.

Таблица 1

ВЛИЯНИЕ ОСТРОГО И ХРОНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР СРЕДЫ ИНКУБАЦИИ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ИКРЫ (17 СТАДИЯ) ЛЕНСКОГО ОСЕТРА

Полусибсы, термальное воздействие	Гипертермия	Гипотермия
	% живых, относительно контроля	
♀7×♂2, острое	101,08	100,75
♀5×♂2, острое	85,46	82,58
♀12×♂2, острое	95,35	97,51
♀7×♂2, хроническое	97,90	97,48
♀5×♂2, хроническое	104,81	94,55
♀12×♂2, хроническое	90,93	101,66

Проведена постановка полного диаллельного скрещивания между тремя самками (2705, 4005 и 4405) и тремя самцами (4, 11 и 12) ленского осетра. Как показывают результаты эмбрионального развития девяти потомств, выход личинок из икры колебался от 17,7 до 89,46 % (табл. 2).

Таблица 2

РАЗВИТИЕ В ЧАШКАХ ПЕТРИ ПРИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА

Потомство	% оплодотворения	% выхода
♀2705×♂4	80,39 ± 5,54	78,70 ± 4,63
♀4005×♂4	61,08 ± 27,42	60,98 ± 27,36
♀4405×♂4	65,87 ± 12,43	61,10 ± 10,68
♀2705×♂12	20,19 ± 16,61	17,70 ± 16,02
♀4005×♂12	63,09 ± 23,16	58,47 ± 24,40
♀4405×♂12	65,18 ± 10,81	60,20 ± 13,95
♀2705×♂11	64,06 ± 8,94	59,47 ± 12,71
♀4005×♂11	54,54 ± 50,62	47,88 ± 42,26
♀4405×♂11	89,46 ± 6,23	89,46 ± 6,23

Оценка выживаемости потомства при обезвоживании предличинок представлена в таблице 3. Тестировали предличинку через 24 и 48 часов после вылупления. На 24-й час после освобождения от оболочек икры выживаемость личинок между группами имела наибольшую изменчивость (колебалась от 9,33 до 90,33 %). На время 48 часов после вылупления из икры выживаемость после обезвоживания оказалась очень высокой, а межгрупповая изменчивость низкой (от 90 до 98 %). Этот результат показывает необходимость проведения оценки устойчивости к обезвоживанию личинок ленского осетра не позднее чем через 24 часа после выхода из икры.

Таблица 3

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЛИЧИНОК ЛЕНСКОГО ОСЕТРА
ПРИ ОБЕЗВОЖИВАНИИ (ЭКСПОЗИЦИЯ 25 мин.)

Группа	% живых личинок после обезвоживания		
	через 24 часа после выклева	через 48 часов после выклева	среднее
♀2705×♂4	43,33 ± 8,62	90,00 ± 7,21	66,67 ± 7,92
♀4005×♂4	83,33 ± 6,66	98,00 ± 0,00	90,67 ± 3,33
♀4405×♂4	27,67 ± 3,06	96,67 ± 3,06	62,17 ± 3,06
♀2705×♂12	9,33 ± 8,33	94,67 ± 3,06	52,00 ± 5,70
♀4005×♂12	70,67 ± 6,66	94,00 ± 2,00	82,34 ± 4,33
♀4405×♂12	3,33 ± 5,77	94,00 ± 3,46	48,68 ± 4,62
♀2705×♂11	36,67 ± 7,02	96,00 ± 0,00	66,34 ± 3,51
♀4005×♂11	90,33 ± 2,52	96,00 ± 2,00	93,17 ± 2,36
♀4405×♂11	58,33 ± 10,26	96,67 ± 3,06	77,50 ± 6,66

Для дальнейшего выращивания оставили наиболее устойчивую группу ♀4005×♂4 (выживаемость 90,67 %) и группу ♀2705×♂11 с более низкой выживаемостью при обезвоживании (66,34 %). В качестве контроля использовали личинку от массового скрещивания этих трех самок и трех самцов. Ее расчетная выживаемость при обезвоживании составляет среднее значение этого параметра всех девяти потомств (69,59 %).

Подращивание выбранных групп и контроля ленского осетра проводили в аквариальной в течение 10 дней. Показано, что устойчивое потомство ♀4005×♂4 имело и лучшую стрессоустойчивость к условиям аквариальной. К концу эксперимента колебание по выживаемости этой группы относительно контроля составляло 156,65–206,47 %, а у группы с низкой устойчивостью к обезвоживанию колебание составило 97,56–135,90 %.

Повышение жизнестойкости обуславливает лучшую способность живого приспособляться к изменениям среды, лучший рост и большую его продуктивность.

Таким образом, в нашей работе показано отсутствие значимых различий выживаемости эмбрионов ленского осетра на 14-й стадии развития при неблагоприятном воздействии температурного фактора. В то же время на стадии предличинок, в первые 24 часа после вылупления из оболочек икры, наблюдается дифференцировка между семьями, при которой выделяются чувствительные и устойчивые группы. Но уже через 48 часов после выхода эмбрионов из оболочек икры устойчивость к фактору обезвоживания повышается настолько, что различия между семьями становятся минимальными. Показано, что и в дальнейшем наиболее стрессоустойчивые семьи ленского осетра показывают повышенную жизнестойкость уже при переходе на внешнее питание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бочаров Л.Н. Особенности и проблемы развития отечественной аквакультуры на дальнем Востоке // Рыбное хозяйство. 2016. № 1. С. 70–73.

Загребина О.Н. Оптимизация условий эмбрионального и постэмбрионального развития русского осетра на рыбоводных заводах Нижней Волги: автореф. дис. ... к.б.н. М., 2007. 34 с.

Залепухин В.В. «Технологическая составляющая» эндогенной разнокачественности при искусственном разведении карповых рыб // Ихтиологические исследования на внутренних водоемах: мат-лы Междунар. науч. конф. Саранск, 2007. С. 52–53.

Журавлёва Н.Г. Влияние абиотических и биотических факторов среды на выживаемость эмбрионов и молоди рыб // Вестник МГТУ. Т. 12. № 2. 2009. С. 338–343.

Лабенец А.В., Бубунец Э.В., Новосадова А.В. Репродуктивные показатели самок русского осетра и особенности продуцируемой ими икры в условиях культивирования // Рыбное хозяйство. 2013. № 1. С. 83–89.

Слапогузова З.В., Сытова М.В., Бурлаченко И.В. Аквакультура – важнейшее направление обеспечения продовольственной безопасности страны // Рыбное хозяйство. 2014. № 5. С. 3–8.

Соколов А.В. К проблеме сохранения и восстановления запасов осетровых бассейна Амура // Материалы международных научных чтений «Приморские зори – 2005», посвященные 10-летию со дня образования ТАНЭБ. Владивосток: ТАНЭБ, 2005. С. 183–187.

ПОЛИЦИКЛИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Е.И. Хрусталева, К.А. Молчанова, Т.М. Курапова

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград
chrustaqua@rambler.ru

Полициклические технологии предполагают многократное использование в течение года одних и тех же площадей бассейнов питомных и товарных цехов для выращивания посадочного материала и товарной рыбы. Такие технологии в настоящее время применимы для канального и клариевого сомов, тилапии, карпа, форели, стерляди [Хрусталева, 1991; Киселев, 1999; Породы радужной ... 2006 Юшкова, 2009; Хрусталева, 2010; Патент ... 2013; Khrustalev, 2009]. Как показано в ряде публикаций, такие технологии с точки зрения оценки их экономической эффективности более предпочтительны [Жигин, 2009; Хрусталева, 2014].

Для клариевого сома возможны комбинации, когда в течение года бассейны питомного и товарного цехов используются от 6 раз (6 циклов) при выращивании рыб до 150–200 г (сырье для консервного производства) до 3 раз при выращивании товарной рыбы до 1,5–2 кг. Для тилapia при выращивании до 220–250 г применимы 3 цикла, при выращивании до 400–500 г 2 цикла. Для канального сома применимы 2 цикла при выращивании до 400–500 г. Для карпа при выращивании до 500 г применимы 3 цикла. Для форели при выращивании до 300–500 г – 3 цикла, при выращивании до 800–1000 г – 2 цикла. Так же и для стерляди.

На ряде примеров можно показать, как происходит распределение площадей бассейнов питомного и товарного цехов при выращивании рыб по полициклическим технологиям на фоне традиционной моноциклической технологии.

Например, поставлена задача выращивать в течение года 4 последовательные генерации клариевого сома товарной массой 1000 г. Технологическая схема будет выглядеть следующим образом:

- в питомном цехе в течение 2,5 месяцев выращивают посадочный материал сома средней массой 120 г;
- в товарном цехе в течение 2,5 месяцев выращивают товарного сома до средней массы 1000 г.

При мощности товарного цеха 1000 т в год в каждый из циклов выращивают 250 т. При величине рыбопродукции 400 кг/м² требуемая площадь бассейнов составит:

$$\frac{250\,000\text{ кг}}{400\text{ кг/м}^2} = 625\text{ м}^2$$

Выход сомов массой 1000 г от посадки материала средней массой 120 г составляет 90 %. Количество товарных сомов:

$$\frac{250\,000\text{ кг}}{1\text{ кг}} = 250\,000\text{ шт.}$$

Таким образом, количество посадочного материала:

$$\frac{250\,000 \times 100\%}{90\%} = 280\,000\text{ шт.}$$

Общая масса посадочного материала:

$$280\,000\text{ шт.} \times 0,12\text{ кг} = 33\,600\text{ кг}$$

Величина рыбопродукции по посадочному материалу 500 кг/м².

Площадь бассейнов для выращивания посадочного материала составит:

$$\frac{33\,600\text{ кг}}{500\text{ кг/м}^2} = 67\text{ м}^2$$

При применении моноциклической технологии выращивания товарного сома массой 1000 г, когда в бассейны товарного цеха высаживают посадочный материал массой 1 г в течение года можно провести 2 цикла, каждый продолжительностью 6 месяцев.

В этом случае за один цикл будет выращиваться 500 т сома. При этом площадь товарного цеха при величине рыбопродукции 400 кг/м² составит:

$$\frac{500\,000\text{ кг}}{400\text{ кг/м}^2} = 1250\text{ м}^2$$

Выход 1000 г сома от посадки 1 г молоди составляет 60–70 %. Количество 1 г молоди составит:

$$\frac{500\,000\text{ шт.} \times 100\%}{60\%} = 830\,000\text{ шт.}$$

Плотность посадки молоди сома массой 1 г в бассейны составляет 20 тыс. шт/м³. Площадь бассейнов питомного цеха составит:

$$\frac{830\,000\text{ шт.}}{20\,000} = 42\text{ м}^2$$

Таким образом, при четырехциклической технологии, применяемой при выращивании товарного сома в количестве 1000 т/год, площадь бассейнов питомного цеха составит 67 м², товарного – 625 м². При двухциклической схеме 42 м² и 1250 м² соответственно.

Если ставится задача выращивания в режиме моноцикла в течение 12 месяцев сома товарной массой 3000–4000 г от молоди массой 1 г, то при величине рыбопродукции 400 кг/м² требуемая площадь бассейнов составит:

$$\frac{100\,000\text{ кг}}{400\text{ кг/м}^2} = 2500\text{ м}^2$$

Если выращивание рыб такой товарной массы перевести на полициклический режим, то за один шестимесячный цикл выращивают 500 т рыбы.

При величине рыбопродукции 400 кг/м² площадь бассейнов товарного цеха составит:

$$\frac{500\,000\text{ кг}}{400\text{ кг/м}^2} = 1250\text{ м}^2$$

Площадь питомного цеха, где за 6 мес. выращивают молодь рыб от 1 г до средней массы 1000 г, рассчитывается исходя из того, что выход 3000–4000 г рыб от 1000 г составляет 95 %. Количество 3000–4000-граммовый рыб составляет приблизительно

$$\frac{500\,000\text{ кг}}{3,5\text{ кг/шт.}} = 145\,000\text{ шт.}$$

Количество 1000-граммовых рыб составляет:

$$\frac{145\,000\text{ шт.} \times 100\%}{95\%} = 152\,000\text{ шт.}$$

При средней массе 1000 г общая масса посадочного материала составит 152 000 кг. При средней величине рыбопродукции при выращивании 1000 г 400 кг/м² площадь составит:

$$\frac{125\,000\text{ кг}}{400\text{ кг/м}^2} = 380\text{ м}^2$$

Таким образом, при моноциклической технологии для выращивания 3–4 кг сома в количестве 1000 т/год потребуется 2500 м² бассейнов.

При выращивании по полициклической технологии требуется 1630 м² площадей, из них 380 м² – площадь бассейнов питомного цеха, 1250 м² – площадь бассейнов товарного цеха.

Если провести расчеты по другим циклическим схемам, то можно убедиться, что изменения коснутся структурного распределения площадей бассейнов питомного и товарного цехов, но при этом очевидным будет существенное сокращение этих площадей по сравнению с моноциклическими технологиями.

Аналогичные расчеты при такой же величине рыбопродукции и близких величинах средней массы можно провести по стерляди, форели, тилапии, каналному сому.

Таким образом, учитывая высокие эксплуатационные расходы при выращивании рыбы в УЗВ, реальным решением проблемы рентабельности является выведение рыбоводного процесса на полициклический режим, когда сохраняются практически неизменными по сравнению с моноциклическими технологиями затраты на электроэнергию, водопотребление, заработную плату – основные составляющие себестоимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Киселев А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: дис. ... д-ра биол. наук. М., 1999. 379 с.

Юшкова Ю.А. Биотехника воспроизводства и выращивание молоди клариевого сома в режиме полицикла в условиях установки с замкнутым водообеспечением: дис. ... канд. с.-х. наук. Орел, 2009. 133 с.

Жигин А.В., Мовсесова Н.В. Экономическая оценка создания и эксплуатации замкнутых систем при товарном выращивании некоторых видов рыб // Рыбное хозяйство. № 2. 2009. С. 42–44.

Патент «Способ выращивания товарной стерляди» (РФ) № 2496314 RU / Е.И. Хрусталева, А.В. Головтеев // Заявка 2012105670, МПК А01К. Заявлено 20.02.2012; Опубликовано 27.10.2013.

Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.). Серия: Породы и одомашненные формы рыб / под ред. Т.Ю. Полосьянец. М.: ФГНУ «РОСИНФОРМАГРОТЕХ», 2006. 316 с.

Хрусталева Е.И., Филатов В.И., Гепецкий Н.Е., Киселев А.Ю. Технология выращивания каналного сома в установках с замкнутым циклом водоиспользования. М.: ВНИИПРХ, 1991. 22 с.

Хрусталева Е.И. Оценка ростовой потенции каналного и клариевого сомов, обосновывающая полициклические технологии выращивания // Рыбное хозяйство. 2010. № 4. С. 65–68.

Хрусталева Е.И., Курапова Т.М. и др. Оценка экономической эффективности различных технологий выращивания рыбы в условиях Калининградской области // Развитие науки и образования в современном мире: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. научно-практич. конф. 30 сентября 2014 г. В 7 частях. Часть VII. М.: «АР-Консалт», 2014 г. С. 23–25.

Khrustalev E.I., Zhukov O.E. et al. Perspective to introduce the tilapia for fish industry in the border areas of the region of neighborhood // Khrustalev E.I., Goncharenok V.V., Domarkas A., Kerosierius L. Fishery and aquaculture in Lithuania. Vilnius, 2009. P. 281–288.

**ПЕРСПЕКТИВЫ МАРИКУЛЬТУРЫ
ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА (*Mizuhopecten yessoensis*)
В ЗАЛИВЕ АНИВА (ОХОТСКОЕ МОРЕ)**

Ю.С. Чернышова, Н.Ю. Прохорова, Р.Т. Гон, Н.Т. Савина, Д.А. Галанин

Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, г. Южно-Сахалинск

Всего 17 лет назад общая биомасса приморского гребешка в заливе Анива равнялась 17 тыс. т [Галанин и др., 2012]. В соответствии со структурой грунтов места обитания моллюска были мозаично распределены по всей акватории залива в диапазоне глубин от 8 до 25 м [Щукина и др., 2003]. Их площадь составляла около 100 км². В течение десяти лет в местах основных скоплений приморского гребешка в западной части зал. Анива произошло почти двукратное сокращение площади поселений и почти десятикратное снижение удельной биомассы моллюсков (табл. 1).

Таблица 1

**ОСНОВНЫЕ ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА В ЗАЛ. АНИВА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
УЧЕТНЫХ ВОДОЛАЗНЫХ СЪЕМОК У ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ в 1999, 2004 и 2010 гг.**

Год	Координаты участка	S, км ²	Средняя плотность, экз./м ²	Средняя биомасса, кг/м ²	Относительная биомасса, т/км ²	Доля непромысловых особей, %
2000	от 46°10' до 46°30' с.ш.	51	4,3	0,3	300	72
2004		43	0,25	0,08	76	24,5
2010		30,2	0,12	0,04	35	1,4

Спустя пять лет после последней учетной съемки основные показатели обилия приморского гребешка не изменились. Уровень воспроизводства, выраженный в удельной численности личинок в разных частях зал. Анива, в последние годы снизился в несколько раз – с 456 экз./м² в 2005 г. до 75 экз./м² в 2015 г. Удельная численность спата, осевшего на коллекторы (мешки), снизилась еще значительней – с 325 экз./м² в 2005 г. до 25 экз./м² в 2015 г.

В этих условиях промысловая группировка приморского гребешка в зал. Анива потеряла свое промысловое значение. В результате согласно Правилам рыболовства для Дальневосточного бассейна с 2014 г. промысел приморского гребешка в зал. Анива запрещен (за исключением целей аквакультуры). Закономерным следствием сложившейся ситуации стала разработка рекомендаций по восстановлению его ресурсов в заливе с применением методов аквакультуры. Были определены участки акваторий, где возможно создание рыбоводных участков с целью пастбищного выращивания приморского гребешка (рис. 1). Их границы расположены в диапазоне глубин

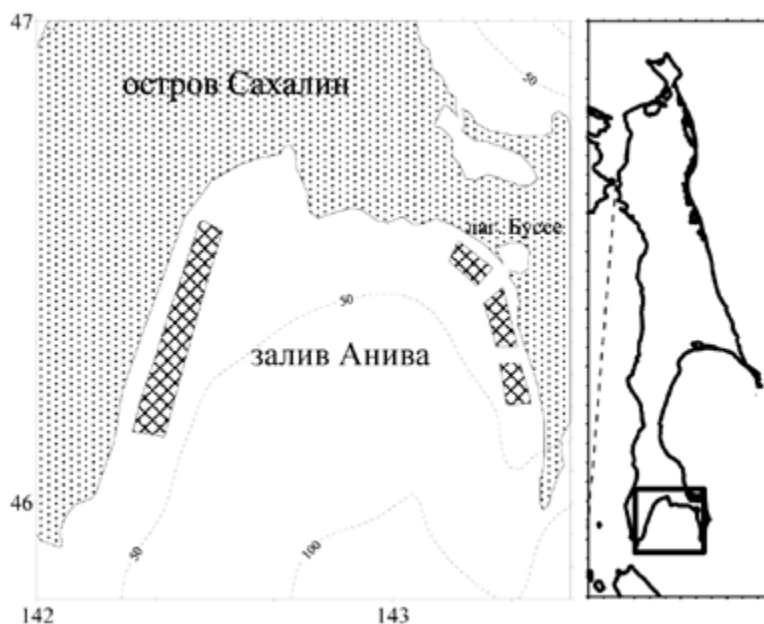


Рис. 1

Перспективные места расположения участков акватории для пастбищного выращивания приморского гребешка в зал. Анива

15–30 м, а их суммарная площадь составила 286 км². Совпадение с естественными местообитаниями моллюска в заливе составило 70 %.

Считаем, что предельные объемы выращивания приморского гребешка в зал. Анива на ближайшие годы будут вполне обоснованы, если станут сопоставимы с максимумом биомассы, зарегистрированным в 2000–2001 гг. Таким образом, ежегодное выращивание 20 тыс. т. товарного гребешка в настоящее время укладывается в рамки естественной емкости среды и не создаст экологических проблем в зал. Анива.

В качестве общих рекомендаций по рациональной организации марикультуры приморского гребешка в зал. Анива считаем возможным планомерный сбор спата на коллекторы (эффективен только в лаг. Буссе) в естественных условиях (или получение в индустриальных условиях от производителей) и расселение молоди на подготовленные участки дна с целью пастбищного выращивания [Галанин и др., 2006]. С учетом четырехлетнего цикла выращивания с 72 км² (четвертая часть от 286 км²) ежегодно возможен сбор 100 млн экз. 4-летних гребешков. Размещение такой численности моллюсков на установленной площади возможно с удельной плотностью 1,4 экз./м². Такая плотность не является чрезмерной, так как в сходных экологических условиях у северного побережья о. Хоккайдо (Япония) в марикультурных хозяйствах приморского гребешка плотность распределения моллюсков на 4-м году пастбищного выращивания составляет 2–4 экз./м². Такой способ выращивания приморского гребешка в Японии позволяет ежегодно выращивать в прибрежных водах о. Хоккайдо в среднем 400 тыс. т. четырехлетних моллюсков [Japan's Scallop ... 2013].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Галанин Д.А., Сергеенко В.А. и др. Марикультура как метод повышения биологической продуктивности в условиях побережья Восточного Сахалина // VII Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным: тез. докл. Мурманск, Изд-во ВНИРО, 2006. С. 273–276.

Галанин Д.А., Дубровский С.В. и др. Современное состояние ресурсов прибрежных беспозвоночных и водорослей Сахалино-Курильского региона, проблемы промысла и перспективы развития марикультуры // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Труды СахНИРО. 2012. Т. 13. С. 44–60.

Щукина Г.Ф., Галанин Д.А. и др. Структура и распределение прибрежных сообществ залива Анива // Труды СахНИРО. 2003. Т. 5. С. 3–24.

Japan's Scallop Fishery in Hokkaido Awarded MSC Certification for Sustainability. 18.10.2013. URL: https://www.japanfs.org/en/news/archives/news_id034273.html (дата обращения 29.09.2017).

БУДУЩЕЕ КИТАЯ – СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РЫБОВОДСТВО

Чжао Чжиюань

Биотехнологическая компания «Мяо Ван», пров. Хунань, Китай
zhiyuanzhao@126.com

Экологическое рыбоводство – это система культивирования рыб, основанная на биологии вида, экологических особенностях и биологических взаимовыгодных межвидовых отношениях. Это система, которая учитывает потребности дополняющих друг друга видов, что делает возможным максимально полное использование энергии, воды и пищевых ресурсов, преобразования энергии и циркуляции питательных веществ для достижения устойчивого, стабильного и эффективного рыбопроизводства. Это комплекс экологических и научных методов использования природного объекта из природной среды путем обеспечения соответствующих технических и управленческих мер с учетом экологической рациональности, экономической эффективности, замкнутого

кругооборота современной экологической рыбоводной системы. Важной частью этой системы является определение рыбохозяйственных структур производства и состав современной системы экологического рыбоводства. Таким образом, важная роль отведена современному экосистемному подходу Китая к использованию рыбных генетических ресурсов.

Развитие рыбоводства Китая. Обзор истории развития рыбоводства в мире.

Согласно китайским историческим записям, в XI в. до н. э. уже существовали пруды для разведения рыбы. В V веке до н. э. описано культивирование карповых рыб, что является старейшим подобным описанием в мире. Во времена династии Хань было широко распространено культивирование карпа. Также было развито культивирование белого амура, черного амура, белого толстолобика, пестрого толстолобика и других рыб в поликультуре в прудовом рыбоводстве. Такая технология стала важным прорывом. Во времена династии Сун в районе реки Янцзы была довольно развита технология отлова мальков, которых использовали для дальнейшего выращивания. В эпоху династии Мин, в середине XV–XVI века, была разработана близкая к современной технология выращивания рыбной продукции. Описание включало такие разделы, как сроки выращивания, плотность посадки и видовое разнообразие, оборудование прудов для рыб, качество корма и его состав, нормы кормления, удобрение, борьба с болезнями рыб и т. д. В районе дельты реки Чжуцзян начали посадку тутовых и фруктовых деревьев около прудовых плотин, т.е. возникло комплексное сочетание рыбоводства, шелководства и выращивания плодовых культур. После 1949 года разведение прудовых рыб распространялось постепенно до реки Янцзы, дельты реки Чжуцзян за пределы традиционных рыбопромысловых регионов. К 1958 году Китай успешно освоил всю технологию искусственного разведения основных культур рыб, таких как карп, серебряный карась, толстолобик, линь, амур, лещ и дори, что изменило зависимое положение от ситуации с нехваткой рыбы в стране. Кроме того, популяризация современной культуры рыбоводства, профилактики и борьба с основными болезнями рыб, а также разработка и популяризация гормональной стимуляции нереста способствовали расширению масштабов аквакультуры и увеличению объема производства на единицу площади. Прудовое рыбоводство Китая занимает первое место в мире с точки зрения общего объема производства, масштабов аквакультуры и средней урожайности на единицу объема.

Культура выращивания рыбы имеет давнюю историю в мире. Так, например, прудовое рыбоводство карпа было распространено в монастырях Центральной и Западной Европы в средние века. В настоящее время передовыми странами в мире по количеству фермерских рыбных хозяйств являются страны Юго-Восточной Азии, Индия, Япония, Россия, Соединенные Штаты и т. д.

Прудовое рыбоводство Китая. Основные параметры рыбоводства в Китае в высокоурожайных водоемах: площадь водоема составляет около 10 акров, глубина воды – около 2,5 метров. Почвы пруда должны быть, как правило, песчаными суглинками. Требования к качеству воды: слабощелочная, pH 7–8,5, жесткость 5–8, прозрачность составляет около 30 см, содержание растворенного кислорода 36 мг/л. Перед тем как зарыблять водоем, его следует очистить от избыточного ила, прибрежной растительности, обработать препаратами для уничтожения вредителей и болезней.

В Китае весь процесс производства рыбной продукции в прудах делится на три основных этапа: искусственное размножение, подращивание малька и выращивание товарной рыбы. Технические характеристики наиболее часто используемых видов: амур 100–500 г, черный карп 500–800 г, толстолобик 50–300 г, пестрый толстолобик от 50 до 500 г, линь 15–50 г, карп 15–50 г, лещ 15–50 г, карась – до 15 г.

Основные аспекты, которые находятся в центре китайских аквакультурных технологий: поликультура и плотность посадки рыбы, т. е. прудовое выращивание рыб различных видов с различными пищевыми предпочтениями. Так, белый толстолобик и пестрый толстолобик обитают в верхнем слое воды, карп, лещ – в нижнем слое воды, черный карп, линь, карась – в придонном слое. Использование этих различных видов рыб в поликультуре в одном и том же пруду не только может увеличить рыбопродуктивность на единицу площади, но и, поскольку различным рыбам нужны разные типы кормов, также позволяет в полной мере использовать кормовые ресурсы водоема, в результате чего возникают взаимовыгодные отношения. Например, некоторые карповые едят улиток, моллюсков и других донных животных; карп и лещ – травоядные, но в их кишечнике клетчатка усваивается плохо, фекалии содержат большое количество непереваренных остатков стеблей, клеток листьев и могут играть роль удобрений воды для размножения планктона и органической взвеси. Серебряный карась, пестрый толстолобик используют планктон для питания. Если выращивать этих рыб в поликультуре, можно не только в полной мере использовать кормовые ресурсы водоема, но и предотвращать эвтрофикацию воды. Так как карась, линь и карпы кормятся донными остатками кормов, это ускоряет разложение органического вещества, улучшает производственные условия пруда. Поликультура разных видов и размеров рыб может способствовать крупномасштабному разведению мальков одновременно с производством товарной рыбы, уменьшая тем самым потребность в прудах для выращивания молоди и расширяя область выращивания товарной рыбы в пределах разумной плотности до тех пор, пока температура воды подходящая, качество воды

хорошее, а доля поликультуры рыбы и спецификации видов рыбы в прудах достаточны. В тех случаях, когда обеспеченность питанием, качество и количество кормов находится на хорошем уровне, можно увеличивать плотность посадки и получать более высокую урожайность. Кругооборот продукции задается таким образом: после того как рыба будет посажена в пруд, в течение определенного периода времени она выращивается до того момента, пока достигнет нужного размера. После этого рыба может идти на продажу. Освободившаяся экологическая ниша заполняется новой рыбой, предназначенной для выращивания. Этот метод позволяет сохранять в водоемах надлежащую плотность посадки рыбы в любое время и обеспечивать рациональное использование водного объема, потому что рыбы растут, жизненное пространство уменьшается, в результате чего рост рыбы подавляется, а своевременное изъятие продукции позволяет получить максимальную урожайность. Ежедневное управление производством в рыбоводстве – это очень важная часть. При этом ежедневный контроль цвета воды является основным техническим показателем. При достаточной плотности посадки, подходящей температуре и качестве воды, сбалансированном составе видов поликультуры, соответствующем качестве кормов и надлежащем питании и управлении выход рыбоводной продукции выше.

Хороший цвет воды – это комплексный показатель. Он может быть в диапазоне цвета чая, от зеленого до коричневого. Это отражает содержание в воде бассейна фитопланктона, микроводорослей, диатомей и других водорослей, что указывает на то, что имеется достаточное разнообразие питательных солей, метаболизм промежуточных продуктов разложения происходит быстро, содержание растворенного кислорода в норме. Цвет воды зависит главным образом от своевременного и надлежащего притока новой воды в пруд. Кондиционирующие добавки – в основном водные растения, луговая трава и водоросли. В соответствии с урожайностью и кормовыми потребностями рыбы вычисляется общая сумма ежедневного кормления, а затем, согласно различным стадиям роста, интенсивности кормления и температуры воды, осуществляется кормление комбикормом, зерном, отрубями, улитками, моллюсками и т. д. Корма должны быть свежими и качественными. Норма должна корректироваться с учетом состояния рыбы. Цель кондиционирующей добавки состоит в том, чтобы культивировать фитопланктон как кормовую добавку для рыбы в прудах.

Экологическое рыбоводство в Китае – основной путь развития. В нашей стране в традиционном понимании экологическое рыбоводство – использование водных организмов и воды в природных условиях совместно с зелеными культурами, что обеспечивает круговорот вещества и энергии и развитие рыбохозяйственной технологии производства рыбных запасов. Основными моделями развития являются: использование шелковицы и зеленных культур, выращиваемых вдоль рыбохозяйственных водоемов. Наиболее типичным примером является шелковичное и фруктовое производство и культивирование рыбных прудов в Китае в Хучжоу, традиционном равнинном регионе. Примером также служит модель сельскохозяйственного производства риса с историей в 1200 лет. Кратко изложим схему «симбиоза риса и рыбы» и модель пруда «шелковица – рыба».

Китайская «кингиан» – «система симбиоза риса и рыбы» – это древний практический метод ведения сельского хозяйства, являющийся экологическим способом выращивания риса и разведения рыбы. Эта модель вызывает одобрение ФАО: сочетание риса и рыбы может обеспечить ценным протеином, особенно для фермеров в тропических странах, занимающихся натуральным хозяйством в богарных системах. Принцип заключается в том, что рис обеспечивает для рыб укрытие и питательные вещества, а рыба уничтожает насекомых-вредителей. Оба компонента системы выигрывают от такого круговорота биогенных элементов. Этот древний и практический метод ведения сельского хозяйства был включен Продовольственной и сельскохозяйственной Организацией Объединенных Наций (ФАО) в качестве одного из первых пяти проектов сохранения всемирного сельскохозяйственного наследия. В ближайшем будущем Китай может создать музей ведения рыбного хозяйства на рисовых полях, проследив при этом историю с древних времен до современности, как первый крупный пилотный проект по защите мирового культурного наследия.

Следующий метод консолидированной экологичной поликультуры – «шелковичные рыбные пруды». Их характеристики: водоем для рыбы – пруд, обрамление в виде шелковицы и соответствующие виды овощей. Листьями шелковицы выкармливают гусениц тутового шелкопряда, экскременты шелкопряда, ягоды шелковицы, трупы и куколки шелкопряда служат кормом для рыбы. Ил из рыбоводных прудов служит удобрением для шелковицы и овощей. Таким образом, формируется искусственная экосистема, смысл которой заключается в том, что нет никаких «производственных отходов», все идет в дело по замкнутому циклу. На выходе рыбопродукты и сырье для шелковой промышленности. Подобные рыбные пруды экономически выгодны и обеспечивают чистоту окружающей среды. Этот проект был осуществлен во многих провинциях на юге страны. Основные его характеристики: фермеры используют принцип создания экологической системы взаимного питания рыба – шелковица. В этой пищевой цепочке шелковица является производителем, тутовый шелкопряд – это основной потребитель, рыба является вторичным потребителем. Микроорганизмы в пруду с рыбой участвуют в разложении веществ в ходе цикла. Таким образом отходы полностью утилизируются. Этот способ производства позволяет осуществить полное использование местных природных ресурсов, использовать взаи-

мозависимость животных, растений, микроорганизмов почвы и воды и осуществить таким образом внедрение безотходного производства. Это позволяет обеспечить общество большим количеством экологически чистых продуктов. Сводится к минимуму использование механического оборудования, сокращается загрязнение и происходит полное освоение опыта традиционного сельского хозяйства. Цель организации такого хозяйства состоит в том, чтобы обеспечить максимальную отдачу от зеленой растительности, рациональное использование энергии фотосинтеза, самую высокую биологическую урожайность, наилучшую экономическую выгоду и оптимизацию экологического равновесия. Модернизация сельского хозяйства в Китае проявляется лишь в области современного экологического земледелия при производстве большого количества качественных продуктов. В то же время создается прекрасная и приятная экологическая среда. С развитием науки современное сельское хозяйство стремится к более продвинутому и идеальному состоянию. Можно предположить, что эта эволюция в значительной степени изменит облик общества в целом.

Технологии криоконсервации и низкотемпературного хранения станут основой экосистемного подхода Китая к рыбоводству. Одно из последних достижений мировой науки – криоконсервация генетических ресурсов живой природы. В частности криоконсервация используется как для сохранения генетического материала видов из дикой природы, так и для окультуренных видов, в том числе в сельском хозяйстве и аквакультуре. В дальнейшем сохраненный таким образом генетический материал может быть использован для восстановления генетического разнообразия в природе и в селекционных разработках в сельском хозяйстве. Сохранение биологического и генетического разнообразия должно быть основой политики государства. Сохранение генетического материала гибридных и селекционных видов необходимо применять и в аквакультуре. Методы глубокой заморозки позволяют хранить сперму для дальнейшего воспроизводства рыбы, использования в биотехнологии, применения тенденций оптимального использования редких генетических особенностей водных объектов, исследования рекомбинации генов. В целях повышения качества и количества продукции аквакультуры, охраны окружающей среды и обеспечения технической и материальной поддержки криоконсервация имеет широкие перспективы применения и обладает большой научной ценностью.

Китай является крупной страной с огромным населением. Количество водных ресурсов в естественных ареалах обитания резко снизилось. Необходимо соблюдать баланс, с одной стороны, для удовлетворения растущих потребностей в белке, с другой стороны, для того, чтобы снизить экологическое давление антропогенной деятельности. Поэтому криоконсервация генетического материала станет важной частью современного экологического рыбного промысла в Китае для сохранения генетических ресурсов высокого качества и редких видов рыб как в природе, так и в аквакультуре.

Криоконсервация спермы – это технология охлаждения спермы рыб до температур жидкого азота, хранения в жидком азоте и последующего размораживания по мере необходимости. В настоящее время криоконсервация генетического материала рыб – весьма развитый лабораторно-промышленный метод. Ограничение использования этой технологии объясняется значительным повреждением спермы многих видов рыб во время замораживания и размораживания. Степень повреждения зависит от методик охлаждения, используемых криопротекторных растворов и метода оттаивания. Последние несколько лет мы сотрудничали с учеными Южного научного центра РАН (г. Ростов-на-Дону), Институтом биофизики клетки РАН (г. Пущино, Московская область) и Институтом проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (г. Москва). Основываясь на исследовании многих ученых, были изучены условия выживания замороженной-оттаянной спермы, исследовано формирование ледяных частиц во время процесса замораживания сперматозоидов рыб в зависимости от состава криозащитной среды. Мы продолжаем исследования в области криоконсервации. В настоящее время ведется строительство «криобанка генов» для рыб и подготовка специалистов по криобиологии и генной инженерии, обучение технического персонала.

Разработка технологии глубокой заморозки и хранения спермы рыб – это комплекс технических задач в системе низкотемпературной биологии, коллекционирования генетического материала, аквакультуры, экологии и других междисциплинарных предметов. Необходимо тесное сотрудничество специалистов по низкотемпературной биологии, аквакультуре и других специалистов для решения поставленных задач. Китай – быстроразвивающаяся страна с большим населением и скудными ресурсами. Китаю необходимы здоровые и безопасные средства существования и средства производства. В частности, особенно важны и ценные генетические ресурсы культивируемых и диких видов животных и растений. Поэтому большое значение имеет сохранение генетического разнообразия, сохранение и использование редких генетических форм, быстрое развитие национальных условий. И создание Китаем технологий сохранения генетических ресурсов на международном уровне необходимо. Мы ожидаем, что сотрудничество российских и китайских ученых в сфере использования методов криоконсервации спермы для селекции рыбы, для получения новых данных и международного развития принесет удивительные результаты. Мы убеждены в том, что в мировом сообществе звезда будущего – современное экологическое рыбоводство Китая.

**СОСТОЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА
САЗАНА (*Cyprinus carpio* L., 1758) КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
И РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА
В СОХРАНЕНИИ И УВЕЛИЧЕНИИ ЕГО ЗАПАСОВ В ВОДОЕМЕ**

Ф.М. Шакирова, Ю.А. Северов

Государственный научно-исследовательский институт
озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга, Татарское отделение, г. Казань
shakirovafm@gmail.com

Куйбышевское водохранилище, созданное в результате строительства Жигулевской гидроэлектростанции, расположено в центре Волжско-Камского каскада и регулирует более 90 % водных ресурсов р. Волги. Зарегулирование стока реки привело к превращению речной экосистемы в озерную, с совершенно другими гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими характеристиками, которые, в свою очередь, создали иные условия для жизни гидробионтов и определили их состав, структуру, уровень воспроизводства, численность и распределение по акватории водоема.

До зарегулирования Волги на участке современного Куйбышевского водохранилища встречался 51 вид рыб. За почти 60-летний период существования водохранилища в составе ихтиофауны выявлены значительные изменения, произошедшие в результате сокращения числа проходных и реофильных видов и перехода их в группу редких или исчезающих, появления целенаправленных вселенцев (белый и пестрый толстолобик, белый амур, пелядь) и видов, случайно завезенных в период акклиматизационных и рыбоводных работ, проводимых на водоеме, а также за счет проникновения и расселения чужеродных видов как с севера, так и с юга, продолжающегося и сегодня [Шакирова, Северов, 2014].

Таким образом, в настоящее время в Куйбышевском водохранилище встречаются 59 видов рыб, относящихся к 13 отрядам, 19 семействам и 47 родам [Шакирова, Северов, 2014; Шакирова и др., 2015]. Из них промысловые виды составляют более половины – 50,8 % (30 видов), вселенцы – 30,5 % (18), редкие виды, включенные в Красную книгу Республики Татарстан – 18,6 % (11 видов) [Красная книга ... 2016].

Стихийное формирование ихтиофауны Куйбышевского водохранилища в период его становления и неблагоприятные условия для размножения рыб препятствовали созданию в водоеме значительных промысловых запасов ценных видов, тогда как второстепенные и малоценные рыбы, обладая высокой экологической пластичностью, резко увеличили свою численность. Этому способствовало также отсутствие масштабных работ по реконструкции рыбного населения водохранилища путем увеличения численности хозяйственно значимых высокоценных видов [Цыплаков, 1980]. В начальный период становления водохранилища для обеспечения формирования в создаваемом водоеме промысловых стад рыб был осуществлен ряд рыбоохранных мероприятий, акклиматизационных и рыбоводных работ, включавших запрет на промысел осетровых, леща, сазана и судака, но разрешавших отлов малоценных рыб и щуки. Тогда же для увеличения численности сазана в зону затопления выпустили 1 млн его сеголеток, выращенных в пойменных водоемах и прудах, и 33 тыс. его производителей, выловленных в низовьях Волги. Кроме того, с нижнего бьефа в водохранилище пересадили около 1000 экз. русского осетра *A. gueldenstaedtii* [Лукин, 1961].

Несмотря на весьма благоприятные условия для обитания сазана в Средней Волге, рос он здесь хорошо, однако численность его всегда была невысокой. Основные места его обитания приурочены к прилегающим большим заливам, в частности, Мёшинскому, Черемшанскому, Свяжскому и устьям мелководий, а нерест совпадал с периодом быстрого спада полых вод, в результате чего икра и молодь оставались в отшнуровавшихся от реки водоемах поймы и погибали. С созданием водохранилища эта ситуация сохранилась.

Анализ динамики промысловых уловов сазана в Куйбышевском водохранилище в течение 70–80-х годов прошлого столетия выявил ее неустойчивость, что объясняется нестабильностью условий его естественного воспроизводства. Отсюда одной из мер для поддержания численности рыб в водохранилище явился выпуск в водоем жизнестойкой молоди, увеличивающий численность популяции и вылов (табл. 1).

ВЫЛОВ И ВЫПУСК САЗАНА В КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ с 1970 по 2016 г.

Годы	Вылов, т	Выпуск, тыс. шт.	% соотношение от всего вылова
1970	5,0	-	0,1
1971	5,0	-	0,1
1972	1,0	-	0,02
1973	5,0	-	0,1
1974	17,0	-	0,4
1975	12,0	-	0,3
1976	8,0	-	0,2
1977	10,0	-	0,2
1978	10,0	-	0,2
1979	30,0	-	0,6
1980	14,0	-	0,3
1981	20,0	-	0,4
1982	9,8	-	0,2
1983	70,1	14,3	1,7
1984	96,4	1682,0	2,1
1985	80,2	-	1,4
1986	120,4	42,2	2,2
1987	245,5	304,5	4,6
1988	183,1	1510,0	3,1
1989	55,0	6424,7	0,9
1990	82,7	667,0	1,5
1991	84,1	-	1,6
1992	220,8	4000,0	5,1
1993	68,3	-	2,1
1994	54,0	-	2,1
1995	35,4	-	1,1
1996	21,1	-	0,7
1997	20,0	-	0,8
1998	24,5	-	0,9
1999	27,2	-	0,9
2000	89,3	-	3,1
2001	48,3	-	1,8
2002	31,9	357,565	1,2
2003	36,4	1390,685	1,8
2004	20,6	757,472	1,1
2005	20,3	1151,858	0,9
2006	20,3	2488,008	0,8
2007	26,0	1835,2	0,9
2008	28,1	-	0,9
2009	22,7	101,0	0,8
2010	49,1	48,7	1,6
2011	54,9	386,0	1,7
2012	61,2	100,0	1,8
2013	47,2	742,0	1,4
2014	51,5	350,9	1,2
2015	53,9	194,7	1,6
2016	63,3	-	1,6

Таким образом, изменить существующее положение ценных в промысловом отношении аборигенных видов, в том числе сазана, и увеличить его численность в водохранилище возможно за счет искусственного воспроизводства, путем широкомасштабного зарыбления в оптимальных объемах и в наиболее удобных местах для его выживания и нагула. Сегодня актуальной является необходимость доведения объемов зарыбления сазаном Куйбышевского водохранилища до научно обоснованных норм. По данным многолетних исследований, с учетом свободной пищевой ниши Куйбышевского водохранилища Татарским отделением подготовлены рекомендации по искусственному воспроизводству водных биоресурсов Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна на 2018–2020 гг., включая сазана (по 0,4 млн шт. ежегодно). При подготовке рекомендаций учитывалась средняя штучная навеска вселяемой молодежи ВБР, которая должна соответствовать приказу Минсельхоза России от 30 января 2015 г. № 25. Однако в настоящее время бюджетных средств на зарыбление не выделяется, выпуски проводятся не регулярно, зачастую не в оптимальных объемах и за счет средств по возмещению вреда, наносимого водным биоресурсам субъектами хозяйственной деятельности при проведении ими работ в акватории водных объектов рыбохозяйственного назначения. Анализ показывает, что объемы зарыбления в счет возмещения вреда водным биоресурсам недостаточны для ощутимого увеличения численности и запасов промысловых видов рыб и нужна целевая государственная программа с финансированием.

Полученные за последние годы наблюдений материалы показывают, что динамика уровня режима водохранилища, наблюдаемая в течение нерестового и нагульного периодов 2011–2015 гг., является благоприятной как для размножения, так и для нагула молодежи сазана и играет важную роль в формировании численности его поколений. Ежегодная (с 2011 г.) встречаемость в контрольных уловах молодежи сазана подтверждает, что уровень и температурный режимы водоема в период его нереста благоприятны для эффективного размножения (табл. 2).

Таблица 2

ВИДОВОЙ СОСТАВ СЕГОЛЕТКОВ В УЛОВАХ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2011–2015 гг., %

Вид	Год исследований					Среднее
	2011	2012	2013	2014	2015	
Тюлька	1,12	1,41	–	18,12	85,64	26,52
Лещ	26,21	82,45	44,80	31,14	3,26	37,52
Уклейка	7,40	7,33	0,21	13,67	4,80	6,68
Судак		–	0,26	1,48	0,05	0,60
Густера		2,03	22,89	10,54	1,87	9,30
Берш	0,30	0,58	0,41	1,65	–	0,69
Синец	0,12	2,03	0,05	0,16	–	0,55
Ерш		–	0,31	–	–	0,31
Серебряный карась	46,77	0,32	6,84	0,16	0,43	10,89
Окунь	1,56	0,65	1,23	0,49	0,39	0,84
Игла-рыба	3,31	0,85	–	–	–	2,10
Жерех	3,30	0,67	2,31	2,64	0,48	1,87
Язь		–	1,49	7,58	2,31	3,79
Сазан	1,30	0,38	0,77	–	–	0,76
Плотва	8,20	0,65	16,87	10,87	0,50	7,39
Пескарь	0,21	–	–	–	–	0,20
Бычок-кругляк	0,20	0,65	–	–	–	0,35
Елец	–	–	–	–	0,14	0,14
Голавль	–	–	–	–	0,02	0,02
Красноперка	–	–	–	0,16	–	0,16
Чехонь	–	–	–	–	0,02	0,02

Примечание: жирным шрифтом выделены доминанты.

В сочетании с искусственным воспроизводством (выпуск молодежи средней штучной навеской не менее 120 г) в водохранилище наблюдается увеличение его численности и запасов [Северов, Шакирова, 2016], подтверждаемое промысловыми и контрольными уловами, что в дальнейшем приведет к повышению численности его промыслового стада до оптимального уровня (табл. 3).

**УЛОВЫ ВСЕЙ РЫБЫ И САЗАНА В КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ
И В ВОДАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Показатели	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Вылов сазана по всему вдхр., т	89,3	48,3	31,9	36,4	20,6	20,3	20,3	26,0	28,1	22,7	49,1	54,9	61,2	47,2	51,5	53,9	63,3
Вылов сазана в РТ, т	21,9	16,7	8,3	15,7	15,1	15,7	13,6	19,8	21,3	18,1	19,9	13,7	17,6	12,0	14,8	9,5	14,7
% вылова сазана в РТ от вылова по всему вдхр.	24,5	34,6	26,0	43,1	73,3	77,3	67,0	71,2	75,8	79,7	40,5	25,0	28,8	25,4	28,7	17,6	23,2
Вылов всей рыбы в Куйбышевском вдхр., т	2853,6	2673,3	2695,4	2044,1	1949,4	2114,2	2568,2	2862,9	3140,2	2891,9	3093,5	3215,5	3362,4	3412,7	4196,8	3380,5	3912,2

При этом основная часть сазана в Куйбышевском водохранилище в последние годы вылавливается на акватории Республики Татарстан (табл. 3). Для рационального ведения его промысла в водохранилище устанавливается общий допустимый улов (ОДУ), учитывается промысловая мера (40 см) и доля немерных особей в уловах (не более 40 %).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Красная книга Республики Татарстан. Животные, растения, грибы. Изд. 3. Казань: Идель-Пресс, 2016. 760 с.
- Лукин А.В. Куйбышевское водохранилище // Изв. ГосНИОРХ. 1961. Т. 50. С. 62–76.
- Северов Ю.А., Шакирова Ф.М. Состояние естественного воспроизводства основных промысловых видов рыб в Мёшинском заливе Куйбышевского водохранилища в 2010–2015 гг. // Материалы Всеросс. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию Тат. отд. (24–29 октября 2016 г). Казань, 2016. С. 941–950.
- Цыплаков Э.П. Рыбопродукционные возможности Куйбышевского водохранилища // Биол. внутр. вод. Инф. бюлл. 1980. № 47. С. 46–49.
- Шакирова Ф.М., Северов Ю.А. Видовой состав ихтиофауны Куйбышевского водохранилища // Вопросы ихтиологии. 2014. Т. 54. №5. С. 520–532.
- Шакирова Ф.М., Северов Ю.А., Латыпова В.З. Современный состав чужеродных видов рыб Куйбышевского водохранилища и возможности проникновения новых представителей в экосистему водоема // Российский журнал биологических инвазий. 2015. № 3. С. 77–97.

**СОВРЕМЕННОЕ ОСОЛОНЕНИЕ АЗОВСКОГО МОРЯ
И ПЕРСПЕКТИВЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА**

П.А. Балыкин, Д.Н. Куцын

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
balykin.pa@rambler.ru

Азовское море можно рассматривать как придаточный водоем Чёрного моря или слабосоленый лиман реки Дон [Гидрология и гидрохимия ... 1991]. За период наблюдений установлено, что в зависимости от залива вод черноморского происхождения и речного стока изменения солёности происходили в интервале от 8 до 14 ‰. До 1950-х гг., когда произошло зарегулирование стока рек Дон и Кубань, это был один из основных рыбопромысловых бассейнов СССР.

К настоящему времени величина улова сократилась на порядок по сравнению с 1-й половиной XX в. (в 2013–2014 гг. добывалось 9–11 тыс. т [Антонов, 2015]), изменился его видовой состав. Если в XX в. значимыми были уловы осетровых рыб, шемаи, рыбца, леща, судака и тарани, то в настоящее время доминируют тюлька, хамса, бычки и вселенцы серебряный карась и пиленгас.

Основное звено проблемы поддержания водных биологических ресурсов – изучение режима солёности [Добровольский, Залогин, 1982]. Цель настоящей работы – охарактеризовать изменения солёности и их вероятное воздействие на рыбное хозяйство Азовского моря.

Ихтиологические наблюдения были выполнены в восточной части Таганрогского залива. Лов рыбы осуществлялся жаберными сетями с ячейей 30–60 мм.

В целях оценки гидрологических условий Азовского моря проводится ежегодный мониторинг. База данных содержит более 150 тысяч измерений солёности воды и колебаний уровня моря в период с 2013 по 2015 г.

Ихтиологическими наблюдениями в районе исследований зафиксировано 35 видов рыб (рис. 1). Из них к морским видам можно отнести только пиленгаса.

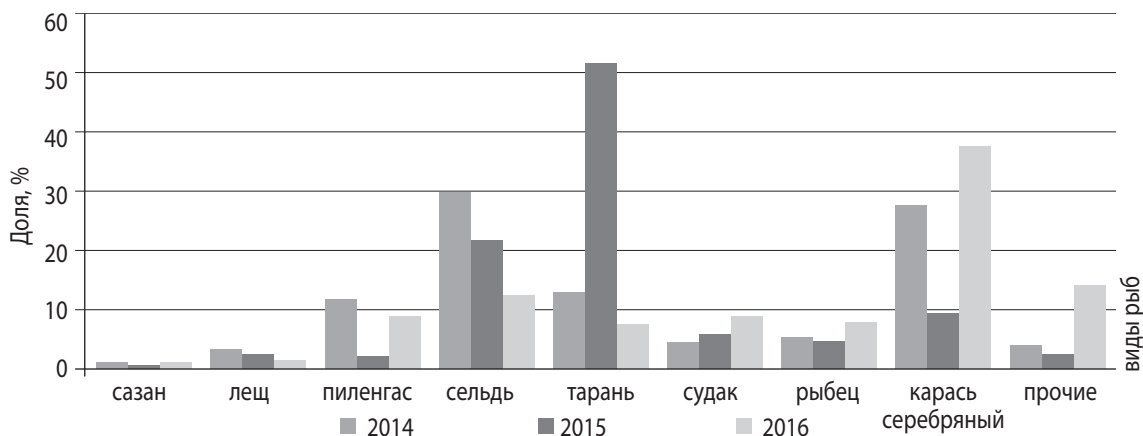


Рис. 1

Доля (%) разных видов рыб в уловах в районе исследований в 2014–2016 гг.

Рост изъятия пресных вод после зарегулирования плотинами стока рек Кубань и Дон обусловил возрастание поступления черноморских вод. С 1967 г. началось увеличение солености моря и к концу 1970-х гг. ее среднее значение достигало 13,8 ‰. В 1978–1982 гг. наблюдалось климатообусловленное понижение солености Азовского моря до 10,9 ‰ [Матишов и др., 2006].

При естественном режиме Азовского моря ихтиофауна водоема насчитывала 94 вида, в период повышения солености видовое разнообразие увеличилось за счет черноморских иммигрантов до 115 видов. В период распреснения ихтиофауна сократилась до 84 видов, из которых 6 являются акклиматизантами, или вселенцами [Матишов и др., 2009]. Из них к значимым для рыболовства могут быть отнесены 25. Эти виды делятся на 3 группы: морские (хамса, тюлька, бычки, кефали, камбалы), проходные (осетровые рыбы, рыбец, шемая), полупроходные и пресноводные (судак, лещ, тарань, сазан, серебряный карась).

С 2009 г., по нашим данным, наблюдается очередное повышение солености. В 2015 г. средний показатель для Азовского моря увеличился с 11 до 12,8 ‰ (рис. 2).

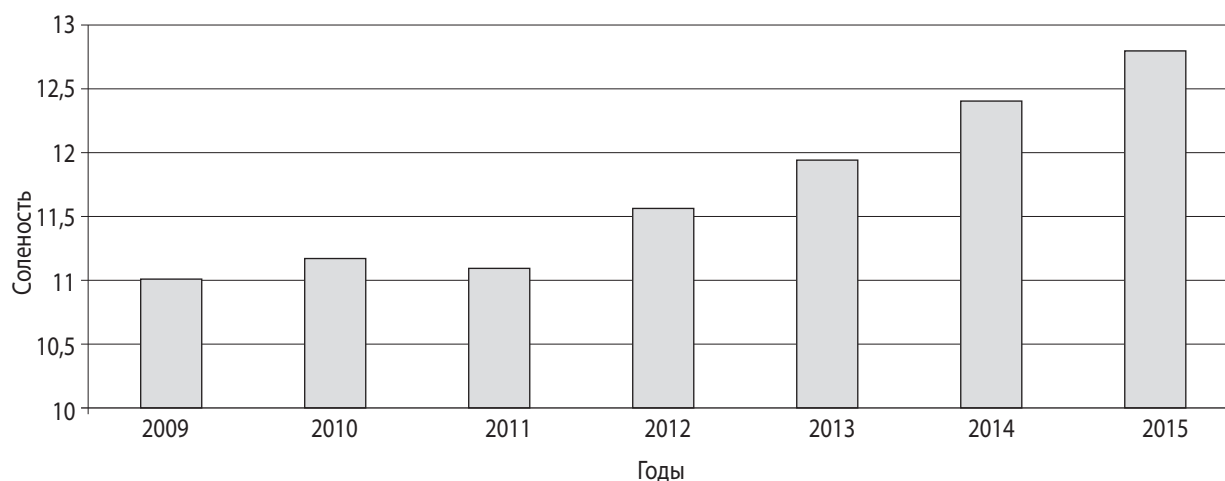


Рис. 2

Динамика среднегодовых значений солености Азовского моря

Соответственно, увеличивалась и соленость Таганрогского залива. Средняя величина солености в 2015 г. составила 6,40 ‰ и достигла максимального значения за период с 2004 г. [Экологический вестник Дона, 2016].

Причины увеличения солености кроются во внутривековой цикличности климата (30, 60 лет) и уменьшении стока. Во второй половине XX в. вследствие естественных климатических изменений и гидротехнического строительства участились годы с аномально низким стоком (рис. 3) [Матишов и др., 2017].



Рис. 3

Максимальный среднемесячный расход р. Дон в ст. Раздорской за период 1940–2015 гг. [Матишов и др., 2017]

В последние годы речной сток уменьшился примерно в 3 раза (до 11 км³), что возмещается затоком из Чёрного моря в Азовский бассейн соленой (до 17–18 ‰) воды объемом порядка 20 км³ [Матишов и др., 2017].

В условиях роста солености увеличилось число морских видов в восточной части Таганрогского залива. Так, в дельте р. Дон в 2011 г. была поймана черноморская кефаль остронос, в 2015 г. – лобан, а весной 2016 г. были зарегистрированы два морских вида рыб: лобан (2 экз.) и камбала-калкан (2 экз.).

Основу сырьевой базы рыболовства в Азовском море составляют мелкие морские рыбы – бычки, тюлька, хамса. Однако промыслом ресурсы этих рыб осваиваются лишь на 15 % [Дудкин и др., 2011]. Поэтому для выявления возможного воздействия увеличения солености на численность морских рыб выполнено сравнение не с фактическим уловом, а с разрешенным к изъятию объемом (квотой). Значения этих показателей взяты нами с интернет-сайта Росрыболовства [http://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/organizatsiya-rybolovstva/osvoenie-rekomendovannykh-ob-emov-vylova]. Результаты представлены на рисунке 4.

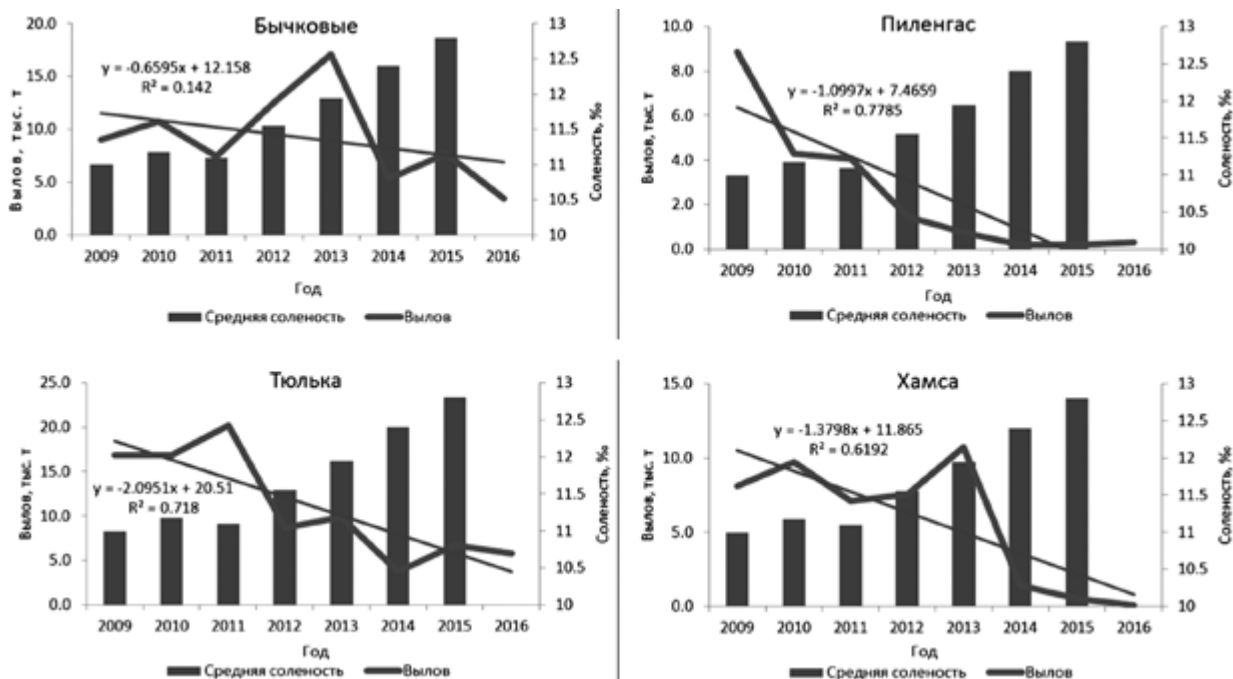


Рис. 4

Динамика солености Азовского моря и величин квот на вылов морских рыб (прямая линия – линейный тренд изменений квоты)

Как можно видеть, квоты на вылов (и, соответственно, запасы) морских рыб (за исключением пиленгаса) демонстрируют положительный тренд в последние годы вместе с увеличением солености.

Известно много работ, посвященных оценке зависимости эффективности воспроизводства рыб Азовского бассейна от солености. Увеличение солености воды обуславливает выраженную тенденцию к снижению ($r = -0,62 \dots -0,82$) запасов и уловов осетровых [Гаргопа, 1979]. Установлено, что связь запасов судака с соленостью моря относительно велика и отрицательна ($r = -0,75$) [Дубинина, Козлитина, 1976].

Урожайность полупроходных рыб в многоводные годы возрастает [Аведикова, Дьякова, 1976]. Для рыбака и особенно шемаи многоводные годы, наоборот, являются неурожайными [Гаргопа, 1979].

В годы естественного режима и солености Азовского моря судак, лещ и тарань обитали практически по всей его акватории. С осолонением ареалы этих видов ограничивались восточной частью Таганрогского залива, причем большая часть стада обитала в дельте Дона (лещ) и в кубанских лиманах (судак, тарань) [Гидрометеорология и гидрохимия ... 1991].

Последние годы маловодны (рис. 3). Следует ожидать, что морские мелкие рыбы будут доминировать в составе водных биоресурсов Азовского моря в обозримом будущем. Рыбное хозяйство должно внести соответствующие коррективы в свою деятельность. Можно предложить следующие меры:

- запрет промысла леща, тарани, судака, численность которых коррелирует с объемом стока р. Дон;
- повышение эффективности искусственного воспроизводства посредством реорганизации нерестово-выростных хозяйств;
- развитие аквакультуры, например морских садковых хозяйств.

При этом рекомендуется увеличение объемов добычи морских видов (тюлька, хамса, бычковые).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аведикова Т.М., Дьякова Г.П. О факторах, определяющих структуру популяций основных полупроходных рыб Азовского моря // Биологические ресурсы Азовского бассейна. Ростов н/Д, 1976. С. 14–26.
- Антонов Н.П. Использование сырьевой базы российского рыболовства в 2014 году // Рыбное хозяйство. 2015. № 2. С. 8–11.
- Гаргопа Ю.М. Гидрологические основы рыбохозяйственного использования водных ресурсов Кубани и рек Восточного Приазовья: автореф. дис. ... канд. географ. наук. Одесса: ОГУ, 1979. 24 с.
- Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 5. Азовское море. СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. 236 с.
- Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. М.: Изд-во МГУ, 1982. 192 с.
- Дубинина В.Г., Козлитина С.В. Применение математических моделей при обосновании требований рыбного хозяйства к водным ресурсам Нижнего Дона // Тр. ВНИРО. М., 1976. Т. 118. С. 34–47.
- Дудкин С.И., Реков Ю.И. и др. Проблемы рационального использования промысловых ресурсов Азово-Чёрноморского бассейна // Рыбохозяйственной науке России – 130 лет: тезисы докл. Всерос. конф. М.: Изд-во ВНИРО, 2011. С. 43–44.
- Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М. и др. Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. М.: Наука, 2006. 304 с.
- Матишов Г.Г., Абраменко М.И. и др. Ихтиофауна Азово-Донского и Волго-Каспийского бассейнов и методы ее сохранения. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. 272 с.
- Матишов Г.Г., Григоренко К.С., Московец А.Ю. Механизмы осолонения Таганрогского залива в условиях экстремально низкого стока Дона // Наука юга России. 2017. Т. 13. № 1. С. 35–43.
- Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2015 году». Ростов н/Д: ООО «МС», 2016. 370 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИХТИОФАУНЫ
ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД**

Д.А. Бухмин

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
greek_d@list.ru

Основной целью данных ихтиологических исследований стала оценка численности, биомассы и распределения пелагических и донных рыб (в первую очередь ценных промысловых видов) в юго-западном районе Чёрного моря, а также сбор ихтиологического материала для последующего анализа возможного воздействия хозяйственной деятельности на биологические объекты.

В юго-западной части Чёрного моря традиционно преобладают виды рыб средиземноморского происхождения, поскольку здесь нет значительных распресненных участков.

Обитаемый шельф на юго-западном участке Чёрного моря характеризуется крайне узкой прибрежной полосой с изобатами до 100–120 м. Этот фактор объективно ограничивает распространение ихтиофауны на данном участке моря, основная часть которого проходит над глубинами более 400 м.

В современный период основными объектами, имеющими промысловое значение в Чёрном море, являются: шпрот, хамса, мерланг, камбала-калкан; кефали: лобан, сингиль и пиленгас; барабуля, ставрида, акула-катран, скаты: морская лисица и морской кот; сарган, луфарь, пелагида (причем пелагида добывается, главным образом, Турцией) [Луц и др., 2004; 2005].

Прибрежно-донный комплекс юго-западной части Чёрного моря характеризуется крайне узкой прибрежной полосой с изобатами 100–120 м. Этот же фактор объективно ограничивал распространение ихтиофау-

ны на исследуемом участке в период проведения ихтиологических исследований. Исходя из этого, можно утверждать, что промысел в этой части моря возможен исключительно в узкой прибрежной шельфовой зоне, как пассивными (сети, яруса, ставные невода), так и активными (тралы, кошельковые невода) орудиями лова. Площадь, пригодная для обитания живых организмов, на исследуемом участке составляет около 1530 км², для обитания барабули и камбалы – 620 км², мерланга – 750 км² [Дбар и др., 2002].

Материалы и методы. В целях изучения видового разнообразия, распределения и относительной численности ихтиофауны в юго-западной части Чёрного моря в осенне-зимний период 2016 г. сотрудниками сектора изучения ихтиофауны Азово-Чёрноморского бассейна ЮНЦ РАН было выполнено 34 траления.

Траления выполнялись 32-метровым разноглубинным тралом со вставкой в кутце из хамсоросовой дели с размером ячеи 6,1 мм с борта НИС «Денеб». Продолжительность траления составляла 30 минут, скорость траления – 2,8–3,2 узла. Все уловы трала количественно учитывались, определялась видовая принадлежность рыб. По 20 экз. каждого вида в улове подвергалось полному биологическому анализу с определением длины, массы, пола и стадии зрелости гонад, наполнения желудка, проводился отбор чешуи или отолитов для определения возраста. При небольших уловах полному биологическому анализу подвергалась вся выловленная рыба.

Работы велись в 2 этапа. Первый этап проходил осенью – с 23.10.2016 по 27.10.2016, второй зимой – с 06.12.2016 по 12.12.2016.

Ихтиологические исследования выполнялись по стандартным общепринятым методикам [Правдин, 1966]. Все данные об уловах заносились в журнал ихтиологических наблюдений. Учитывались и метеоусловия, температура воды и воздуха, фиксировалась глубина на каждой станции, определялись характер грунта, направление и сила ветра.

Видовой и количественный состав рыб, исследованных на данном участке, представлен в таблице 1.

Таблица 1

**ВИДОВОЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РЫБ
ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ В ПЕРИОД ИССЛЕДОВАНИЙ**

Вид	Осень кол-во, шт.	Зима кол-во, шт.
Барабуля <i>Mullus barbatus</i>	41	–
Мерланг <i>Merlangius merlangus euxinus</i>	40	5
Чёрноморский шпрот <i>Sprattus sprattus phalericus</i>	–	1
Камбала-калкан <i>Psetta maeotica</i>	1	–
Ставрида <i>Trachurus mediterraneus ponticus</i>	–	27
Смарида <i>Spicara maena</i>	4	–
Акула-катран <i>Squalus acanthias</i>	–	1
Скат морская лисица <i>Raja clavata</i>	–	5
Звездочет <i>Uranoscopus scaber</i> ,	1	–
Всего	87	39

Выводы. Сравнительно низкие показатели величин траловых уловов независимо от сезона проведения исследований при относительно обедненном видовом составе, в сравнении с общим количеством видов рыб, обитающих на изучаемом участке, связаны с тем, что донные организмы обитают исключительно в узко-прибрежной зоне. Исследования в этой зоне моря ограничивались из-за подводных скал, простирающихся вдоль юго-западного побережья Чёрного моря.

В связи с этим приходилось облавливать более глубокие, в том числе и пелагические участки открытой части моря, основу уловов которых составляла медуза *Aurelia aurita* в массе от 0,5 до 10 кг. Также в уловах присутствовали штучные экземпляры обыкновенной креветки, молоди черноморского шпрота и краба-плавунца.

Стоит отметить, что в зимний период наблюдалось полное отсутствие в траловых уловах промысловых (массовых) видов рыб, таких как шпрот и хамса, особенно при тралениях в прибрежной, шельфовой части моря.

Вероятно, это может быть связано с тем, что хамса, зимующая в юго-западной части Чёрного моря, на момент проведения исследований еще не дошла до мест своей привычной зимовки, а черноморский шпрот распределялся таким образом, что не создавал концентраций в местах проведения исследований и, скорее всего, мигрировал в другие участки моря в связи с резким ухудшением погодных условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дбар Р.С., Медведовский В.В., Джения А.Р. Определение запаса промысловых рыб с использованием специфических условий промысла // Биологическое разнообразие Кавказа (Тр. II Региональной конференции). Сухум, 2002. С. 295–302.

Дбар Р.С., Джения А.Р. Итоги и перспективы исследования промысловых запасов рыб у берегов Республики Абхазия // Современные основы формирования сырьевых ресурсов Азово-Чёрноморского бассейна в условиях изменения климата и антропогенного воздействия: материалы Международной научной конференции, 15–18 декабря 2008 г., Ростов-на-Дону, ФГУП «АзНИИРХ». Ростов н/Д: Диапазон, 2008. 192 с.

Дбар Р.С., Цыбулевская М.В. Особенности биологии и состояние популяции рапаны *Rapana thomasiana* Crosse (Mollusca, Gastropoda) в Чёрном море у берегов Абхазии // Современные основы формирования сырьевых ресурсов Азово-Чёрноморского бассейна в условиях изменения климата и антропогенного воздействия: материалы Международной научной конференции, 15–18 декабря 2008 г., Ростов-на-Дону, АзНИИРХ. Ростов н/Д: Диапазон, 2008. 192 с.

Надолинский В.П. Иктиопланктон северо-восточной части Чёрного моря в период развития популяций ктенофор *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Чёрноморского бассейна: сб. науч. тр. (2002–2003 гг.). Ростов н/Д: Эверест, 2004. С. 114–122.

Надолинский В.П. Современное состояние промышленного рыболовства и возможность ведения многовидового промысла в российской зоне Чёрного моря // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Чёрноморского бассейна: сб. науч. тр. (2002–2003 гг.). Ростов н/Д: Эверест, 2004б. С. 103–114.

Надолинский В.П. Структура и оценка запасов водных биоресурсов в северо-восточной части Чёрного моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2004а. 26 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОЛОДИ АМУРСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ, ВЫПУСКАЕМОЙ РЫБОВОДНЫМИ ЗАВОДАМИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ И ЕАО

В.Н. Валова

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток
vera.valova@tinro-center.ru

Динамичное развитие системы искусственного воспроизводства биологических ресурсов является важнейшей функцией государственной политики в области рационального природопользования.

Для искусственного пополнения запасов и восстановления численности естественных популяций ценных промысловых видов рыб еще в прошлом столетии были разработаны рыбоводные технологии. В их основу легли результаты комплексных эколого-физиологических исследований процессов созревания, раннего онтогенеза и экологической пластичности объектов искусственного воспроизводства. При этом рыбоводные технологии воссоздавали условия выращивания, максимально приближенные к естественным условиям. В зависимости от величины антропогенного воздействия на естественное воспроизводство отдельных видов рыб разрабатываемые рыбоводные технологии охватывали разное количество этапов их жизненных циклов. Современная практика требует поиска и разработки новых научных подходов к развитию рыбоводства, теоретических и методических обоснований специализации рыбоводных предприятий, выработки практических рекомендаций по перспективе развития направления и определения путей повышения экономической эффективности искусственного воспроизводства рыбных запасов.

Отсутствие системных исследований в этой области и значение искусственного воспроизводства рыбных запасов для динамичного и эффективного развития аквакультуры обуславливают актуальность работы.

Цель работы: оценка качества молоди амурских осетровых рыб, выпускаемой рыбоводными заводами Хабаровского края и ЕАО.

Оценка качества выпускаемой осетровыми рыбоводными заводами (ОРЗ) Хабаровского края (Аньюйский ОРЗ) и ЕАО (Владимировский ОРЗ) молоди амурских осетровых рыб проводилась в 2015–2016 гг. Качество молоди амурского осетра и калуги оценивалось по гистологическим и гематологическим показателям.

Аньюйский ОРЗ

2015 г.

В конце июля 2015 г. (за неделю до выпуска молоди) был проведен анализ качества выпускаемой молоди амурского осетра и калуги. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ МОЛОДИ АМУРСКОГО ОСЕТРА И КАЛУГИ, ВЫПУСКАЕМОЙ С АНЮЙСКОГО ОРЗ

Показатели	Виды рыб	
	Амурский осетр	Калуга
Лейкоциты, тыс./мкл	$21,00 \pm 1,25$ 26,00–16,00	$23,80 \pm 1,62$ 31,00–15,00
Тромбоциты, тыс./мкл	$67,70 \pm 1,83$ 76,00–54,00	$69,40 \pm 1,35$ 76,00–60,00
Эритроциты, млн/мкл	$0,145 \pm 0,017$ 0,25–0,10	$0,263 \pm 0,05$ 0,58–0,11
Гемоглобин, г/л	$16,80 \pm 1,13$ 23,00–17,00	$28,60 \pm 3,82$ 55,00–17,00
СОЭ (скорость оседания эритроцитов), мм/ч	$6,30 \pm 1,07$ 11,00–2,00	$4,60 \pm 0,79$ 10,00–2,00
Гематокрит, об/%	$21,32 \pm 2,37$ 30,00–8,00	$25,58 \pm 3,11$ 40,00=7,50
МСН (содержание гемоглобина в 1 эритроците), пг	$0,08 \pm 0,016$ 0,132–0,059	$0,093 \pm 0,004$ 0,138–0,055
МСНС (концентрация гемоглобина в 1 эритроците), г%	$8,99 \pm 1,24$ 17,50–4,00	$12,17 \pm 2,44$ 29,33–6,38
MCV (средний объем 1 эритроцита), мкм ³	$1544,30 \pm 125,29$ 3000,00–800,00	$1281,38 \pm 230,78$ 2727,27–416,67
Color Index	$3,69 \pm 0,27$ 5,10–2,20	$3,56 \pm 0,32$ 5,45–2,55

Согласно представленным в таблице 1 данным, у молоди амурского осетра и калуги перед выпуском обнаружены все признаки макроцитарной анемии, которая может быть вызвана как абиотическими, так и биотическими факторами. Основной показатель, свидетельствующий о развитии болезни, – средний объем 1 эритроцита (MCV), значительно превышающий норму (280 мкм³). На мазках крови у молоди калуги и амурского осетра обнаружены патоморфологические изменения клеток красной и белой крови. При анализе состояния пищеварительной системы молоди обнаружены признаки липоидной дегенерации печени, которая, как правило, вызывается погрешностями диеты и снижает иммунофизиологический статус молоди.

2016 г.

Физиологическое состояние выпускаемой молоди калуги и амурского осетра оценивалось по гистологическим показателям (оценивалось состояние пищеварительной системы). Согласно полученным результатам, у всех исследованных особей наблюдалось развитие липоидной дегенерации печени тяжелой степени, сопровождавшейся патоморфологическими изменениями в стенке желудка и кишечника (рис. 1).

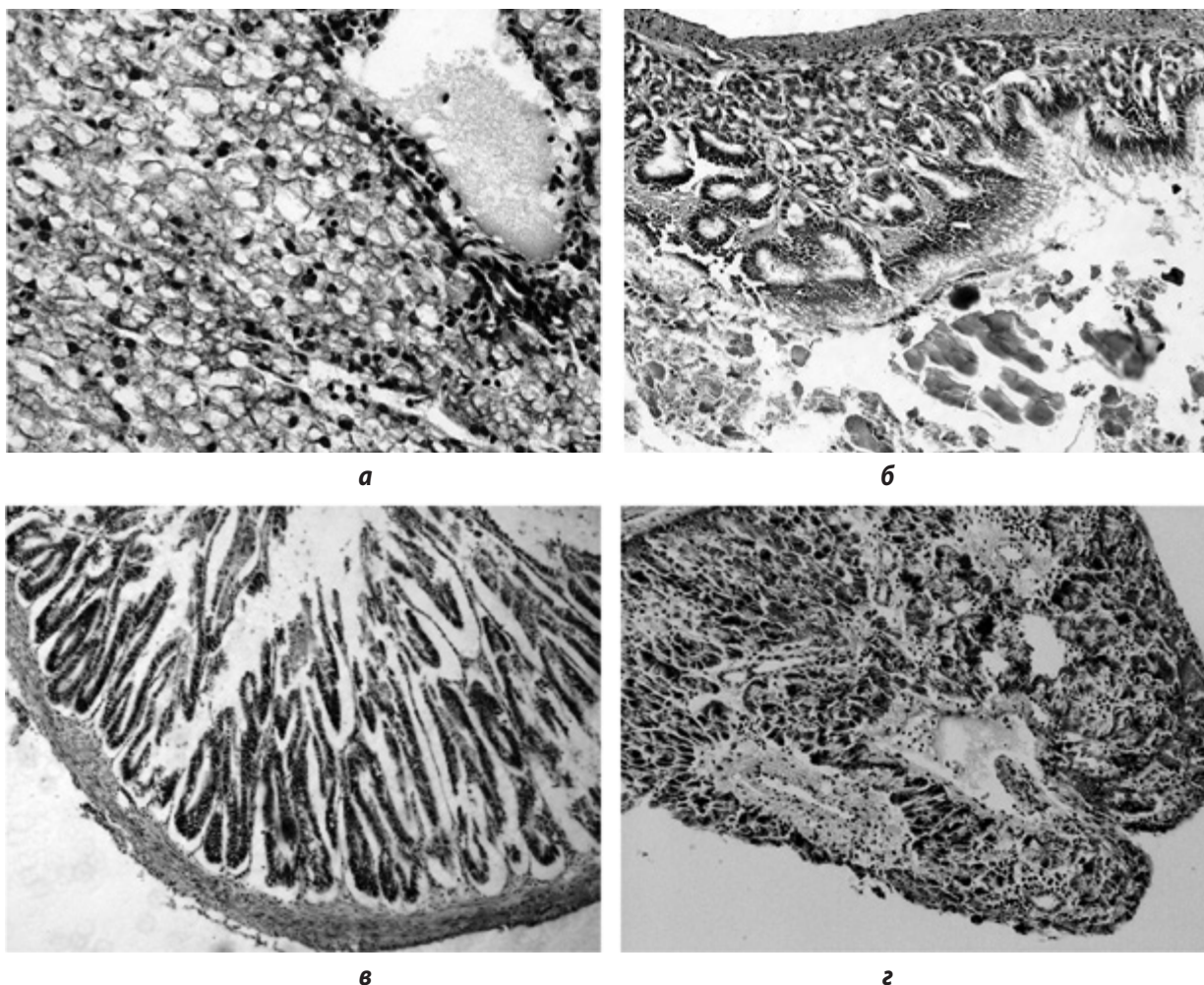


Рис. 1

Патоморфологические изменения в пищеварительной системе у молоди калуги, выпускаемой в естественную среду обитания: а) липидная дегенерация печени тяжелой степени тяжести; б) гастритоподобные изменения в стенке желудка; в) патоморфологические изменения в стенке кишечника; некrobiотические изменения в ацинасах поджелудочной железы

Владимировский ОРЗ

2015 г.

Анализ качества молоди амурского осетра и калуги, выпускаемой с Владимировского завода, также проводился за неделю до выпуска. Результаты оценки качества выпускаемой молоди представлены в таблице 2.

Таблица 2

**ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ МОЛОДИ АМУРСКОГО ОСЕТРА И КАЛУГИ,
ВЫПУСКАЕМОЙ С ВЛАДИМИРОВСКОГО ОРЗ**

Показатели	Виды рыб	
	Амурский осетр	Калуга
1	2	4
Лейкоциты, тыс./мкл	$20,30 \pm 1,30$ 29,00–15,00	$20,30 \pm 1,29$ 28,00–16,00
Тромбоциты, тыс./мкл	$61,11 \pm 1,97$ 69,00–51,00	$68,00 \pm 1,40$ 72,00–59,00
Эритроциты, млн/мкл	$0,186 \pm 0,01$ 0,300–0,120	$0,160 \pm 0,02$ 0,27–0,100

1	2	4
Гемоглобин, г/л	$25,30 \pm 2,22$ 36,00–15,00	$23,10 \pm 2,11$ 36,00–13,00
СОЭ (скорость оседания эритроцитов), мм/ч	$2,90 \pm 0,28$ 4,00–1,00	$3,80 \pm 0,70$ 9,00–2,00
Гематокрит, об/%	$21,53 \pm 2,58$ 35,00–7,50	$24,55 \pm 3,13$ 40,00–13,33
MCH (содержание гемоглобина в 1 эритроците), пг	$0,079 \pm 0,009$ 0,136–0,039	$0,078 \pm 0,005$ 0,10–0,055
MCHC (концентрация гемоглобина в 1 эритроците), г%	$13,68 \pm 2,17$ 29,33–4,69	$8,99 \pm 1,24$ 17,5–4,00
MCV (средний объем 1 эритроцита), мкм ³	$1271,37 \pm 177,30$ 2083,33–250,00	$1789,00 \pm 389,59$ 4000,00–617,41
Color Index	$4,39 \pm 0,57$ 7,75–2,20	$4,42 \pm 0,57$ 9,00–3,00

Полученные в ходе исследований данные свидетельствуют о развитии у молоди калуги макроцитарной анемии (показатель развития патологического процесса в организме рыб). На мазках крови обнаружены патоморфологические изменения эритроцитов (гипохромазия, анизоцитоз, пойкилоцитоз, гемолиз, кариолизис, кариорексис, адгезия эритроцитов – «монетные столбики») и клеток белой крови (пенистые клетки). Данные гематологического анализа подтверждаются результатами гистологического исследования. При вскрытии молоди амурского осетра и калуги у всех исследованных рыб печень имела белую окраску, ткань печени рыхлая мажущейся консистенции.

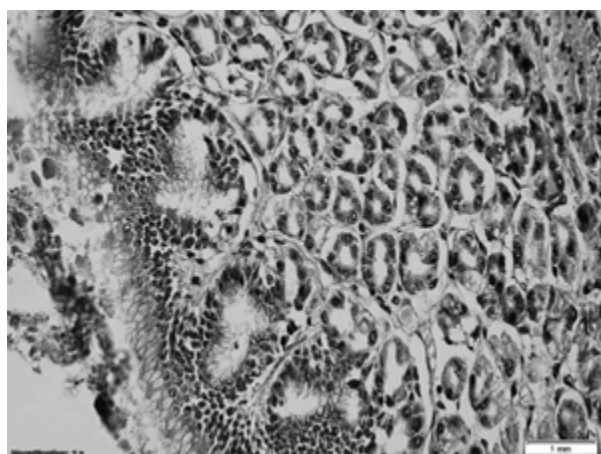
На препаратах ткань печени напоминает ажурную сетку, что говорит о развитии липоидной дегенерации печени. У молоди калуги и амурского осетра, достигших навески более 10 г, липоидная дегенерация печени средней и тяжелой степени сопровождалась патоморфологическими изменениями в желудке и кишечнике.

2016 г.

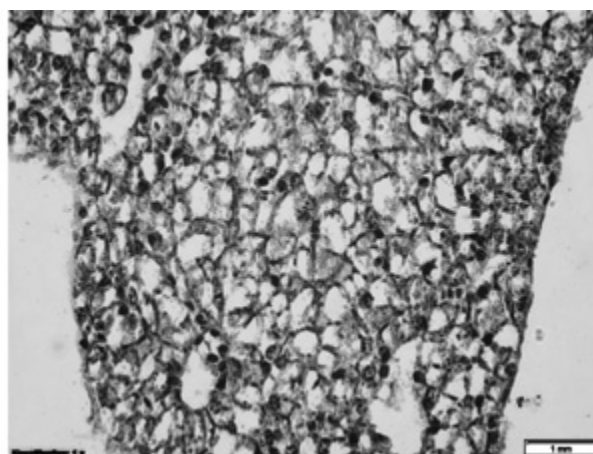
Качество выпускаемой молоди калуги и амурского осетра оценивалось по данным биологического и гистологического анализов. Результаты оценки качества выпускаемой молоди калуги представлены на рисунке 2.

Гистологический анализ пищеварительной системы показал наличие алиментарной патологии у всей исследованной молоди, характеризовавшейся развитием патоморфологических изменений в печени и пищеварительном тракте, таких как липоидная дегенерация печени, гастритоподобные изменения в стенке желудка, микроэрозии, образование клостомозов, отек и отслоение эпителиальной выстилки в слизистой оболочке кишечника, некробиотические изменения в поджелудочной железе.

Результаты оценки качества выпускаемой молоди амурского осетра представлены на рисунке 2.



а



б

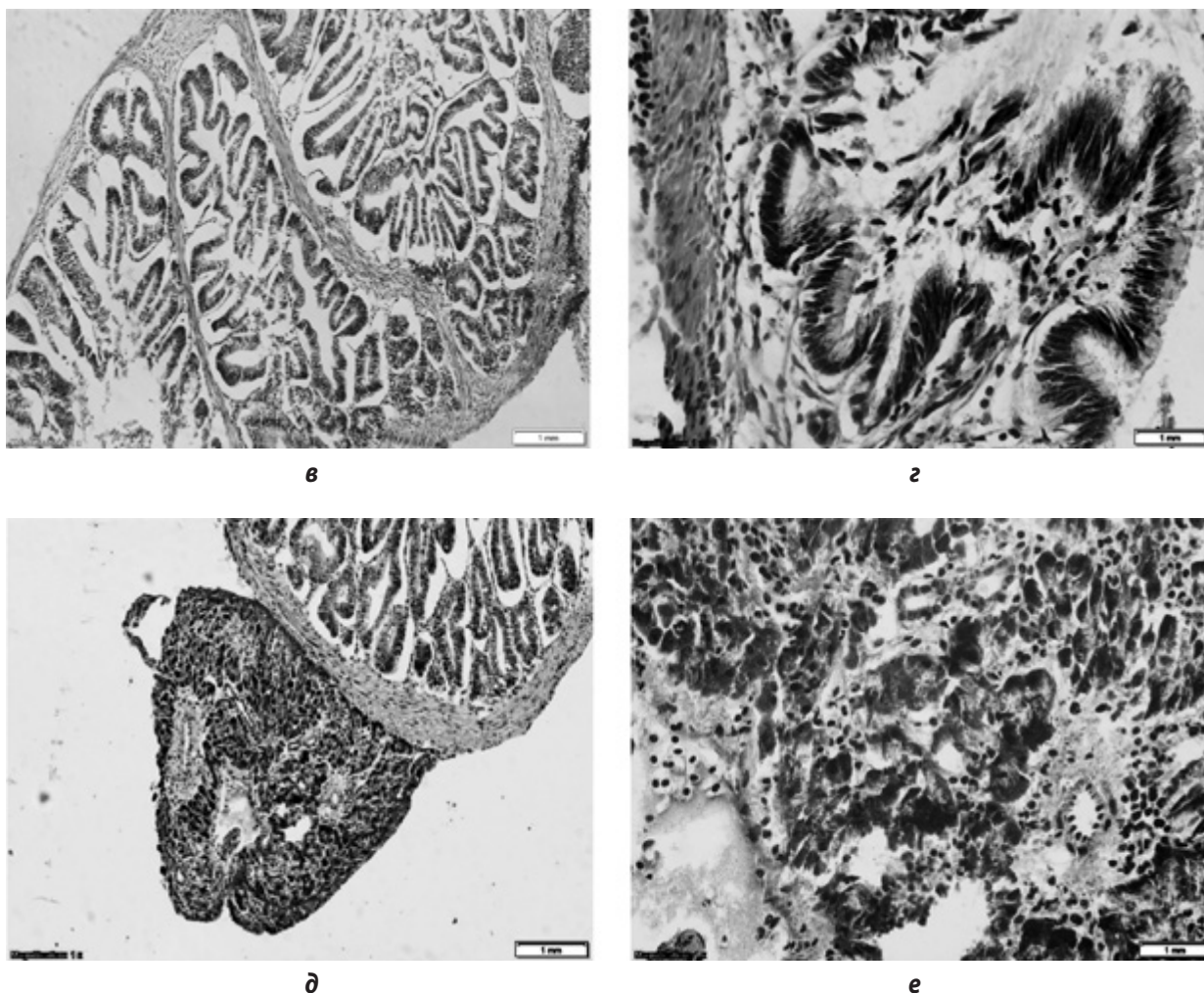


Рис. 2

Патоморфологические изменения в желудке, пилорических придатках и кишечнике:
 а) липоидная дегенерация тяжелой степени; б) гастритоподобные изменения в стенке
 фундального отдела желудка; в) отек и отслоение эпителиальной выстилки пилорических придатков;
 г) образование клостомозов; д, е) некробиотические изменения в поджелудочной железе

Как и у молоди калуги, гистологический анализ пищеварительной системы молоди амурского осетра перед выпуском показал наличие алиментарной патологии у всей исследованной молоди. Она характеризовалась развитием патоморфологических изменений в печени и пищеварительном тракте: липоидная дегенерация печени тяжелой степени; гастритоподобные изменения в стенке желудка; микроэрозии и образование клостомозов в эпителиальной выстилке слизистой оболочки кишечника; отек и отслоение эпителиальной выстилки в слизистой оболочке кишечника; некробиотические изменения в поджелудочной железе.

Согласно полученным результатам, молодь калуги и амурского осетра, выпускаемая ОРЗ Хабаровского края (Ануйский ОРЗ) и ЕАО (Владимировский ОРЗ), как в 2015, так и в 2016 гг. имела низкий физиологический статус. Это связано с длительным содержанием молоди на форелевых кормах датского производства «Aller-Aqua» до достижения ими установленной нормативной навески для выпускаемой молоди – 5–10 г.

РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ НЕРЕСТОВОЙ КАМПАНИИ С ВПЕРВЫЕ НЕРЕСТУЮЩИМИ САМКАМИ РУССКОГО ОСЕТРА

И.Ю. Киреева, А.С. Терещенко

Национальный университет биоресурсов и природопользования, г. Киев, Украина
kireevaiu0@gmail.com

Концептуальные подходы к развитию осетрового хозяйства на сегодня предусматривают создание системы искусственного воспроизводства на основе эксплуатации сложившихся в контролируемых условиях маточных стад, многократное использование производителей и прижизненное получение икры. Метод формирования одомашненных стад «от икры» базируется на отборе элитного потомства осетровых рыб из посадочного материала по установленным критериям с его последующим выращиванием до половозрелого состояния. В основу положена технология КаспНИРХ, когда на стадии сеголеток проводится массовый отбор рыбы в группы и выращивание в течение 2–3 лет в бассейновом цехе (экспериментальное стадо). В возрасте 2–3 лет проводится корректирующий отбор и перевод в состав ремонтно-маточного поголовья. Основными критериями при отборе являются морфометрические признаки: масса (г), длина тела до развилки хвостового стебля (см), коэффициент упитанности (% к длине тела), длина хвостового стебля (см) [Мильштейн, 1982; Подушка, 1997; Бородин, 1998].

Цель работы – анализ репродуктивных показателей domestцированных самок русского осетра, выращенных от «икры» в условиях ОРЗ «Лебяжий», нерестившихся впервые. Материалы были получены при прохождении студентами НУБИП практики в рамках договора о сотрудничестве с АГТУ.

Плановое задание по выпуску молоди русского осетра в природные водоемы дельты Волги для ОРЗ «Лебяжий» на 2014 г. составило 3400 тыс. экз. Технология воспроизводства осетра проводилась по общепринятым в рыбоводстве методам. Стимуляция созревания половых продуктов осетра – эколого-физиологическим методом с применением «сурфагона». Схема проведения стимулирующих инъекций зависела от температуры воды в бассейнах при преднерестовом выдерживании. Преднерестовые температуры воды – 11,4–15,3 °С, постинъекционные – 12,0–16,0 °С. Время созревания производителей определялось по графику Т.А. Детлаф и А.С. Гинзбург (1969). Анестезирующее вещество – прописцин (метод распыления на жабры). Отбор половых продуктов у самок проводился методом подрезания яйцеводов, оплодотворение икры – полусухим методом, обесклеивание икры – водным раствором талька (100 г / 5 л воды) в аппаратах АОИ. Инкубация икры осуществлялась в аппаратах «Осетр» при норме загрузки на 1 рыбоводный ящик до 2 кг икры. Контроль над санитарным состоянием икры – ежедневный. Погибшую и пораженную сапролегниозом икру удаляли с помощью резиновой груши со стеклянной трубкой. Контроль содержания кислорода и температуры – несколько раз в сутки с помощью оксиметра «Oxuguard-BETA».

На заводе сформировано 3 стада производителей русского осетра, в том числе маточное стадо (МС) – одомашненные дикие производители и 2 domestцированных ремонтно-маточных стада (РМС-1 и РМС-2), сформированных «от икры». Весной 2014 г. численность МС русского осетра составляла 323 экз., в т.ч. 229 самок (♀) и 94 самцов (♂). Общая численность РМС производителей русского осетра составляла 304 экз., в т.ч. 129 экз. – РМС-1 и 175 экз. – РМС-2.

В 2014 г. традиционная заготовка диких производителей русского осетра не проводилась, поэтому нерестовая кампания по воспроизводству русского осетра осуществлялась за счет особей МС и РМС. Нерестовая кампания 2014 г. проходила в 5 туров при участии 86 самок русского осетра, из них 78♀ из МС и 8♀ из РМС.

Необходимо указать, что из РМС-1 самки № 1–8 общим весом 186 кг принимали участие в нересте впервые. Индивидуальный вес этих ♀ колебался в достаточно широком диапазоне – 18,1 (♀№ 8)–28,7 кг (♀№ 2) при среднем показателе 23,3 кг, что превышало вес наименьшей одомашненной особи из МС (♀№ 11) на 6,4 кг.

Следует подчеркнуть, что на стимулирующее действие отреагировали 100 % самок из РМС-1. Время созревания их половых продуктов колебалось в диапазоне 19 (♀№ 8) – 26,5 (♀№ 4) часов и в среднем не превысило 23 ч. Между массой изучаемых самок и временем их созревания зависимости не прослеживалось.

При анализе рыбоводно-биологических показателей впервые нерестующих самок РМС-1 выявлено, что лучшие индивидуальные репродуктивные показатели наблюдались у самки № 1 весом 23,8 кг, от которой получили 4,2 кг икры при рабочей плодовитости 247,8 тыс. шт. икринок. Икра данной особи была мелкой – 59 икр./г

и именно поэтому относительная плодовитость самки № 1 достигла 10 412 икр./кг. Полученная икра была хорошего качества, поскольку оплодотворилась на 88,9 %, что превышало нормативные требования (80 %) на 8,9 %.

Минимальные репродуктивные показатели в РМС-1 отмечались у самки № 8 весом 18,1 кг, от которой получили всего 2,7 кг икры, а показатель рабочей плодовитости не превысил 151,2 тыс. шт. икринок. Показатель относительной плодовитости данной особи составил 8354 икр./кг, что превышало среднее значение по РМС-1 на 49 икр./кг. Рыбоводное качество икры самки № 8 было высоким – процент ее оплодотворения достиг 83 %.

Общее количество икры, полученное от впервые нерестующих особей из РМС-1, составило 28,2 кг, т.е. 3,5 кг / ♀ в среднем.

Необходимо указать, что у обследованных самок количество полученной икры не зависело от их веса. Так, от самки № 2 с максимальным весом получено 3,7 кг икры, что лишь на 1 кг меньше, чем в ♀ № 8, которая весила на 10 кг меньше. Средняя рабочая плодовитость впервые нерестующих особей достигла 191,5 тыс. икр., а относительная – 8305 икр./кг при среднем количестве икринок в 1 г – 55 экз.

Максимальный процент оплодотворения икры достиг 91 % (♀ № 2), минимальный не опускался ниже 83 % (♀ № 8). Среднегрупповой показатель процента оплодотворения икры (85,8 %) превышал нормативное значение на 5,8 %.

Всего от впервые нерестующих самок РМС-1 получено 1314 тыс. живой икры, что в среднем на 1 особь составило 164,3 тыс. экз.

Таким образом, все самки с РМС-1, выращенные от «икринки» в заводских условиях, достигли половой зрелости практически в одинаковом возрасте с самками природных популяций – в 12 лет [Чебанов, 1996; Шевченко, Попова, 2004], что свидетельствует об оптимальных условиях выращивания и содержания производителей на ОРЗ «Лебяжий». Самки, выращенные «от икры», имели закономерно больший вес, чем некоторые одомашненные особи с МС за счет регулярного кормления сбалансированными искусственными кормами и отсутствия возможности активно двигаться. Несмотря на то, что они нерестились впервые, такие показатели, как количество полученной икры и рабочая плодовитость некоторых особей с РМС-1, превышали таковые отдельных особей из МС.

В целом полученные индивидуальные репродуктивные показатели самок, выращенных от икры из РМС-1, можно считать удовлетворительными. От них получено 28,2 кг икры, что составило 6,1 % от общего количества икры, полученного за нерестовую компанию 2014 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бородин Н.А. Об опытах искусственного оплодотворения икры осетровых рыб и других наблюдениях по биологии, произведенных на р. Урале весной 1897 г. // Вестник рыбопромышленности. 1898. № 6. С. 315–353.

Мильштейн В.В. Осетроводство: учебное пособие для подготовки рабочих на производстве. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Легк. и пищ. пром-ть, 1982. 152 с.

Подушка С.Б. Формирование и эксплуатация маточных стад осетровых рыб с целью получения посадочного материала для выпуска в естественные водоемы // Первый Конгресс ихтиологов России: тез. докл. М., 1997. С. 293.

Чебанов М.С., Савельева Э.А. Биотехнология воспроизводства осетровых рыб на основе полициклического использования мощностей рыбоводных заводов в современных экологических условиях. Краснодар, 1996. 24 с.

ЭКОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А.А. Кокоза

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
labastu@yandex.ru

Нижнее Поволжье – это уникальное природное образование, включающее в себя коренное русло р. Волги с ее уникальной дельтой, Волго-Ахтубинскую пойму, а также западные и восточные подступные зоны, граничащие с Калмыкией и Казахстаном. Регион включает в себя часть Волгоградской и всю Астраханскую область продолжительностью примерно 650–700 км. Из крупных населенных пунктов сюда входят города Красноармейск ниже г. Волгограда, в Астраханской области – Ахтубинск, Камызяк. В основном же это районные и сельские поселения, прилегающие к коренному руслу рек Волги и Ахтубы, а также к многочисленным водотокам волжской дельты. Областным центром региона является г. Астрахань, в котором проживает до 50–60 % всего населения области.

Климат региона резко континентальный с экстремально жарким летом и неустойчивой зимой. Природа региона небогатая и достаточно уязвимая. В основном это полупустынные степи, и только лишь волжская дельта отличается множеством водотоков с зарослями камыша, тростника с незначительным количеством полулесных массивов с достаточно широким набором пернатого мира. Тем не менее это уникальный край, богатый биологическими и минеральными ресурсами. Так, например, вплоть до конца прошлого столетия Астраханская область славилась уникальными запасами и уловами каспийских осетровых рыб, максимум которых в прошлом столетии достигал 25–27 тыс. т в год. По отношению к мировым запасам это составляло до 85–90 %. При этом в первой половине прошлого столетия в Каспии вылавливали свыше 6 млн ц рыбы, в том числе около 2 млн ц крупночастиковых и лососевых, свыше 1 млн ц сельдей, более 2,5 млн ц воблы. Край славился уникальными арбузами, помидорами, огурцами, капустой и др., объемы выращивания которых достигали до 1,0 млн т. Не случайно Астраханская область в прошлом столетии считалась всесоюзным огородом. Область располагает уникальными запасами поваренной соли высокого качества в знаменитом озере Баскунчак, добыча которой в настоящее время практически свернута. Разведаны запасы углеводородов в виде нефти и газа. К сожалению, трудно осмыслить тот факт, что начиная с 90-х годов прошлого столетия бренды, которыми славилась область, постепенно теряют свое былое значение. Так, добыча осетровых рыб в целом в бассейне Каспия не превышает 1,0–1,5 тыс. т, а квота Астраханской области не более 0,3–0,4 тыс. т только для целей искусственного воспроизводства и науки. Такие реликтовые формы, как белуга, шип, севрюга, зачислены в ранг исчезающих видов.

Среди комплекса причин, влияющих на численность популяций проходных, полупроходных и туводных видов рыб, доминирующими являются антропогенные факторы, среди которых необходимо выделить небывалую вспышку незаконного промысла. Так, по данным науки, незаконное изъятие осетровых рыб превышает более чем в 15–20 раз официальные уловы. При этом особо следует выделить хроническое нарушение весенних попусков воды Волгоградской ГЭС без всякого учета интересов рыбного и сельского хозяйства Нижнего Поволжья. Нередко низкие и неустойчивые весенние паводки являются причиной массовой гибели отложенной икры на нерестилищах, а также молоди рыб в отшнурованных водоемах. В общем следует признать, что природоохранные структуры в законодательном порядке не справились с возросшим негативным влиянием антропогенных факторов на экологию данного региона в числе и такого уродливого явления, которым является браконьерство не только в Волго-Каспийском регионе, но и в прикаспийских республиках. Как известно, Волга является основной водной артерией Каспия. Однако ее годовой сток подчинен в основном интересам энергетиков. До настоящего времени не решена проблема оптимизации попусков воды Волгоградской ГЭС в интересах рыбного и сельского хозяйства данного региона. В то же время экономика нашей страны способна решать вопросы развития альтернативных источников энергоресурсов, способных минимизировать негативные последствия несбалансированного волжского стока на экологию Нижней Волги.

Теперь вкратце целесообразно рассмотреть казалось бы другие, менее значимые факторы, способствующие ухудшению экологии края. Так, например, не лимитируется массовый приток в Нижнее Поволжье любителей т.н. «дикой» рыбалки, демонстрирующих низкую культуру отношения к природе. До настоящего времени не опре-

делена квота на количество баз отдыха в дельте р. Волги. Определенную «помощь» в экологической деградации этого края сыграла также несовершенная законодательная база по ужесточению наказания браконьеров всех мастей и разного рода организаций, нарушающих основные требования природопользования.

В нескольких словах о состоянии и перспективе промысла других промысловых видов рыб. В частности, среди них заметное место занимали кильки. «Вселение» в каспийское море т.н. гребневика негативно отразилось на кормовой базе Каспия, а опосредовано и на запасах килек, сельдей и других видов рыб морского комплекса. Наряду с этим некогда мощные рыбодобывающие организации, такие как «Каспрыба», «Каспрыбхолодфлот», база «Морлова» и др., распались. В результате если в конце прошлого столетия добыча каспийских килек составляла до 150 тыс. т, то в настоящее время она не превышает 12, максимум 17 тыс. т. С точки зрения пищевого значения в питании населения, кильки не занимали значимого места. Однако возлагались большие надежды использования этого вида рыб для получения рыбной муки, как основного наполнителя при производстве комбикормов, необходимых в товарном рыбоводстве и в птицеводстве. На данном этапе промысел килек желательно возобновить для производства комбикормов, т.к. импортные аналоги характеризуются не только высокой стоимостью, но они не всегда сбалансированы с учетом видовых особенностей культивируемых видов рыб.

В сложившихся геополитических реалиях в Волго-Каспийском регионе перспективными объектами промысла являются туводные и полупроходные виды рыб, такие как вобла, щука, сазан, лещ, судак, сом и другие, ареал которых находится в пределах коренного русла р. Волги, в дельте и авандельте. За последние годы уловы этих видов рыб резко снизились, не превышая примерно 37–38 тыс. т. Так, например, если уловы знаменитой каспийской воблы в период 1991–1995 гг. достигали 16–17 тыс. т, то в настоящее время они не превышают 1,7–2,0 тыс. т. Из проходных видов рыб можно отметить знаменитую белорыбицу, т.к. для нее присущим является т.н. «волжский хоминг». Однако довести до промыслового уровня этот вид реально только за счет интенсификации искусственного воспроизводства, объемы которого в настоящее время резко сократились. Для туводных и полупроходных видов определяющим фактором является весенний режим попусков воды Волгоградской ГЭС в низовья р. Волги. К сожалению, за последние 3–4 года, исключая 2017 г., весенние попуски этой ГЭС характеризуются ярко выраженной нестабильностью. Так, обводнение весеннее затопляемых нерестилищ для этих видов рыб за последние годы было менее 50 %. Наряду с низкой в связи с этим эффективностью размножения туводных и полупроходных видов рыб значительные ущербы наносятся также сенокосным угодьям. В особенности показательным в этом отношении явилась ситуация в 2015 г., когда весеннее обводнение затопляемых нерестилищ и сенокосных угодий не превысило $\frac{1}{3}$ от их общей площади. В то же время огромные попуски воды этой плотиной имеют место осенью и в зимнее время. К сожалению, на данный период нет достоверных данных о соотношении прибыли этой ГЭС за счет реализации электроэнергии и ущербами, наносимыми рыбному и сельскому хозяйству региона. Здесь необходимо особо отметить, что для рыбного и сельского хозяйства региона лимитирующими являются весенние попуски воды, оптимальные объемы которых должны быть до 120 км³. Естественно, что объемы этих попусков зависят от водности года. Тем не менее режим работы этой ГЭС должен сочетаться с экономическими интересами данного региона. При этом, судя по объемам сброса воды этой ГЭС в межсезонье, ее вполне достаточно хотя бы для минимального весеннего обводнения нерестилищ и сельскохозяйственных угодий Нижнего Поволжья. Следует также обратить внимание, что из-за нерациональной динамики годовых попусков воды этой ГЭС происходят негативные изменения Волго-Ахтубинской поймы, а именно ее опустынивание или т.н. эвтрофикация. Особо усилился этот процесс за последние 10–15 лет.

В нескольких словах целесообразно затронуть проблему бесконтрольного развития туризма, связанного с любительским рыболовством. В частности, называется самое разное количество т.н. баз отдыха в коренном русле и в дельте р. Волги – от 250 до 1200. Наряду с этим ежегодно Астраханскую область посещают т.н. «дикие» любители рыбалки с разных регионов страны. По неофициальным данным, с весны и до осени их число достигает до 1,5 млн человек. Сегодня все малые и большие водотоки волжской дельты захлаплены пластиковыми бутылками, консервными банками, разной брошенной утварью (рис. 1).

Кроме того, в этих водотоках остается огромное количество китайских сетей, в которых запутывается рыба, раки и даже водоплавающая дичь. Вопрос о полном запрете продажи таких сетей до сих пор остается не решенным. Наряду с этим маломерный флот, оснащенный мощными двигателями, с огромной скоростью проносится по малым и большим водотокам волжской дельты, доставляя отдыхающих к местам рыбалки, выплескивая при этом на берег огромные волны вместе с мальками рыб.

Нельзя не затронуть еще одну негативную сторону данной проблемы – это бесконтрольное развитие животноводства, как в правой, так и в левобережных зонах Астраханской области. По обе стороны волжской поймы простираются полупустынные степи с бедной растительностью, на которых получило бурное развитие пастбищное животноводство. В основном, это выпас баранов, стада которых исчисляются тысячами голов. Как правило, вокруг т.н. чабанских «точек» огромные участки степи в буквальном смысле преобразуются в пустынный пейзаж (рис. 2).



Рис. 1

Типичный «пейзаж» на водотоках волжской дельты



Рис. 2

Последствия выпаса скота в астраханских степях

Нередко в ветреную погоду возникают пыльные бури, или т.н. пыльный смог. При этом, чабанские стойбища после выпаса скота, влекущего за собой опустынивание того или иного степного участка, осваивают новые, оставляя за собой неприглядное зрелище в виде песчаных дюн. Сегодня до границы с Волгоградской областью не осталось первозданной целинной степи по обе стороны волжской поймы с некогда многочисленными стадами исчезающих сайгаков. Не пора ли ставить вопрос о постепенном переводе пастбищного животноводства на стойловый тип.

Сегодня ведется много разговоров об изменении климата на планете с негативными последствиями в экологии тех или иных регионов. Что касается Нижнего Поволжья, то без сомнения можно отметить, что целый комплекс происходящих здесь изменений не в лучшую сторону вызван негативными антропогенными факторами и прежде всего непропорциональностью между человеческой нагрузкой и уязвимостью данной экосистемы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОСФОРСОДЕРЖАЩЕГО ФЕНОЛА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ СПЕРМИЕВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

М.Н. Коляда¹, В.П. Осипова¹, Н.Т. Берберова², Е.Р. Милаева³

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва

berberova@astu.org

В настоящее время осетрообразные (*Acipenseriformes*) – представители реликтовой ихтиофауны, обитающие в Волго-Каспийском бассейне, подвергаясь многофакторному антропогенному воздействию, находятся на грани полного исчезновения [Лепилина и др., 2010; Pourkazemi, 2006]. В сложившихся условиях доминирующее значение приобретает их искусственное воспроизводство.

Серьезной проблемой при использовании в рыбоводстве искусственного осеменения икры является наблюдаемое с конца восьмидесятых годов прошлого века снижение таких показателей качества спермиев, как их концентрация, продолжительность и интенсивность подвижности сперматозоидов после активации. Следует также учитывать чувствительность спермиев рыб, для которых характерна высокая концентрация полиненасыщенных кислот, к вредному воздействию активированных кислородных метаболитов (АКМ), способных ускорять процесс пероксидного окисления липидов (ПОЛ), что приводит к окислительному повреждению важных структур спермиев, прежде всего биомембран. Данное воздействие снижает смачиваемость сперматозоидов, приводит к уменьшению подвижности, аномальному строению, потере жизнеспособности [Shiva et al., 2011]. Утилизация АКМ обеспечивается различными антиоксидантами (АО), которые находятся как внутри, так и снаружи клетки. Известно, что активность системы антиоксидантной защиты спермиев лимитируется низким содержанием в них цитоплазмы, низкой концентрацией антиоксидантных ферментов [Ball, 2008; Bansal, 2010].

Известен способ улучшения качественных показателей спермы путем применения как высокомолекулярных АО, так и низкомолекулярных, в том числе и фенольных соединений – витамина Е, ВНТ (2,6-ди-*трет*-бутил-4-метилфенол) [Ubilla, Valdebenito, 2011]. Однако в настоящее время установлено, что продукты деградации в клетке витамина Е и ВНТ обладают цитотоксичностью [Петрова, Донченко, 2005; Dwyer-Nield et al., 1998].

Целью данной работы является изучение влияния (3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидроксифенил)гидроксиметиленидифосфоновой кислоты (МДФК) на уровень ПОЛ спермы белуги (*Huso huso* Linnaeus, 1758), севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771), русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) и на показатели активности спермиев (процент подвижных сперматозоидов с прямолинейным поступательным движением, время движения спермиев).

Сперму активировали при 16–18 °С путем разбавления ее речной водой в соотношении 1: 1. Под микроскопом определяли активность половых клеток без добавки и с добавкой МДФК. Время подвижности определяли с помощью секундомера от начала движения спермиев до полной остановки их движения.

Об уровне ПОЛ спермы осетровых судили по накоплению карбонильных продуктов, определяемых с помощью тиобарбитуровой кислоты – ТБК-активных продуктов (ТБК-АП). Исследуемый антиоксидант растворяли в хлороформе и вносили в раствор спермы с КСl в концентрации 0,1 мМ. Инкубировали растворы спермы в течение 1 часа. Эффективность антиоксидантного действия (ЭАД) рассчитывали по формуле [Антонова и др., 2010]:

$$\text{ЭАД} = [(C_0 - C_1) / C_0] * 100 \%,$$

где C_0 – концентрация ТБК-АП в сперме осетровых без добавок (контроль), C_1 – концентрация ТБК-АП в сперме осетровых с добавкой исследуемого соединения.

Молекула данного фосфорсодержащего фенола содержит антирадикальные фрагменты пространственно-затрудненного фенола и комплексообразующие фосфорильные группировки, что обуславливает множественный механизм их противоокислительного действия. Ранее данный АО использовался для снижения уровня ПОЛ печени русского осетра, рыбного корма, спермы белуги и русского осетра при криоконсервации [Антонова и др., 2010; Osipova et al., 2014].

В данной работе установлен различный уровень ТБК-АП для спермиев исследуемых видов осетровых как в контроле, так и в присутствии исследуемого соединения (рис. 1), что может быть связано с особенностями жир-

ноокислотного состава половых клеток рыб. Так, в ряду осетровых рыб известны видовые особенности изменения интенсивности ПОЛ печени и мышц в условиях действия загрязнителей Каспийского моря [Гераскин и др., 2012].

Опыты по влиянию добавки МДФК на уровень ПОЛ спермы русского осетра, белуги и севрюги показали, что данное соединение снижает уровень накопления конечных продуктов ПОЛ в сперме всех исследуемых видов осетровых, однако ЭАД различна и составляет 25 %, 11 % и 23 % для осетра, белуги и севрюги, соответственно (рис. 1).

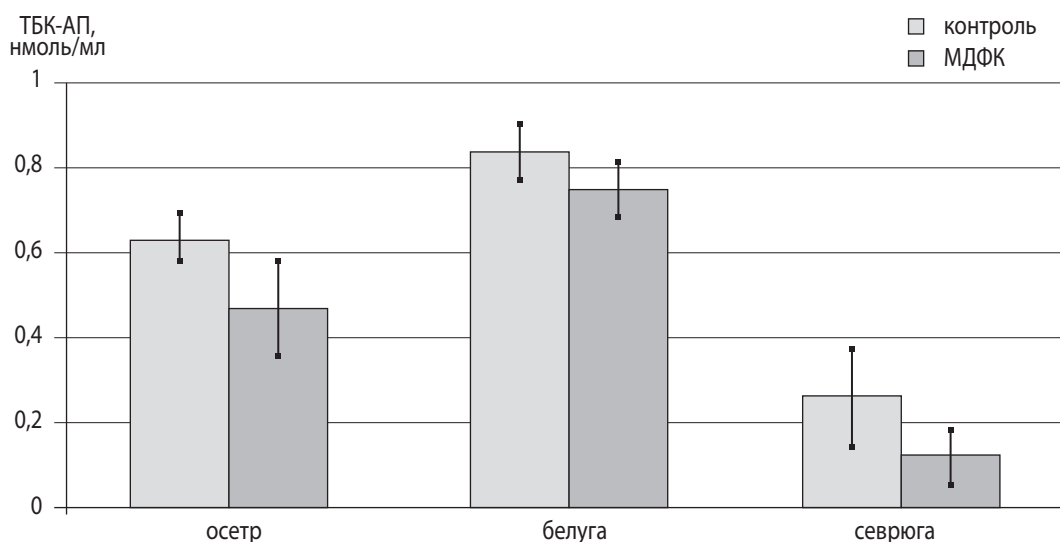


Рис. 1

Влияние МДФК на уровень пероксидного окисления липидов спермы русского осетра, белуги и севрюги

Наименьшая ЭАД фосфорсодержащего фенола характерна для белуги – самого крупного и долгоживущего вида осетровых. В настоящее время данный вид является одним из самых уязвимых [Ходоревская и др., 2007]. Несмотря на то, что ультраструктура и морфология сперматозоидов белуги типичны для осетровых [Linhartova et al., 2013], интенсивность окисления липидных фрагментов в половых клетках наибольшая, по сравнению с другими видами осетровых.

Согласно результатам, влияние МДФК на показатели активности спермы гидробионтов также различно для исследуемых видов осетровых (табл. 1).

Таблица 1

ВЛИЯНИЕ МДФК НА ПОКАЗАТЕЛИ АКТИВНОСТИ СПЕРМЫ ОСЕТРОВЫХ

Вид осетровых	% спермиев с поступательным движением		Время движения спермиев, с	
	Контроль	МДФК	Контроль	МДФК
Русский осетр	70 ± 3	70 ± 3	600 ± 12	680 ± 13
Белуга	90 ± 4	90 ± 4	1300 ± 20	1620 ± 34
Севрюга	70 ± 3	90 ± 4	2880 ± 45	2820 ± 43

Установлено, что добавка МДФК к сперме севрюги на 20 % увеличивает количество подвижных сперматозоидов с прямолинейным поступательным движением, при этом не оказывает влияния на данный показатель для половых клеток русского осетра и белуги. Без добавки АО наибольший процент спермиев, осуществляющих поступательное движение, характерен для белуги, хотя уровень ПОЛ в ее половых клетках наибольший. Данный факт может свидетельствовать о высокой резистентности сперматозоидов белуги к окислительному стрессу.

Известно, что только те спермии, которые способны к поступательному движению, обладают оплодотворяющей способностью [Детлаф и др., 1981; Анисимова, Лавровский, 1983]; таким образом, добавка МДФК к спермиям севрюги благоприятно сказывается на жизнеспособности клеток.

Показано, что влияние АО на время движения спермиев осетровых видоспецифично. Добавка МДФК в сперму севрюги приводит к снижению времени движения спермиев на 60 сек, в сперму русского осетра и белуги – к увеличению на 80 сек. и 320 сек. соответственно.

Таким образом, в работе *in vitro* установлено благоприятное влияние (3,5-ди-*трет*-бутил-4-гидроксифенил) гидроксиметилендифосфоновой кислоты на показатели активности спермы осетровых: процент спермиев, осуществляющих поступательное движение, и/или время движения спермиев. Также в опытах выявлена видоспецифичность снижения интенсивности пероксидного окисления липидных фрагментов спермиев различных видов осетровых. Полученные данные могут быть использованы в практике осетроводства с целью сохранения качества спермы самцов при длительном хранении без консервации в условиях, когда сбор спермы самцов уже осуществлен, а овуляция икры самок растягивается на продолжительное время.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (17-03-00434).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анисимова И.М., Лавровский В.В. Ихтиология. М.: Агропромиздат, 1991. 288 с.
- Антонова Н.А., Осипова В.П. и др. Исследование криопротекторных свойств различных антиоксидантов при криоконсервации спермы русского осетра // Вестник ЮНЦ. 2010. Т. 6. Вып. 3. С. 68–72.
- Гераскин П.П., Пономарёва Е.Н. и др. Нефтяное загрязнение Каспийского моря как один из факторов инициирования оксидативного стресса у осетровых // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 5. С. 209–216.
- Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. Развитие осетровых рыб. М.: Наука, 1981. 58 с.
- Лепилина И.Н., Васильева Т.В., Абдусаматов А.С. Состояние запасов каспийских осетровых в многолетнем аспекте (литературный обзор) // Юг России: экология, развитие. 2010. № 3. С. 57–65.
- Петрова Г.В., Донченко Г.В. Цитотоксическое действие короткоцепочечных производных витамина Е на тимоциты крысы // Украинский биохимический журнал. 2005. Т. 77. № 4. С. 77–83.
- Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 242 с.
- Ball B.A. Oxidative stress, osmotic stress and apoptosis: Impacts on sperm function and preservation in the horse // Animal Reproduction Science. 2008. V. 107. P. 257–267.
- Bansal A.K., Bilaspuri G.S. Impacts of oxidative stress and antioxidants on semen functions // Veterinary Medicine International. UPL: <http://dx.doi.org/10.4061/2011/686137> (дата обращения: 01.09.2017).
- Dwyer-Nield L.D., Thompson J.A. et al. Selective induction of apoptosis in mouse and human lung epithelial cell lines by the tert-butyl hydroxylated metabolite of butylated hydroxytoluene: a proposed role in tumor promotion // Toxicology. 1998. V. 130. P. 115–127.
- Linhartova Z., Rodina M. et al. Morphology and ultrastructure of beluga (*Huso huso*) spermatozoa and a comparison with related sturgeons // Animal Reproduction Science. 2013. V. 136. № 4. P. 223–326.
- Osipova V.P., Kolyada M.N. et al. Cryoprotective effect of phosphorous-containing phenolic anti-oxidant for the cryopreservation of beluga sperm // Cryobiology. 2014. V. 69. P. 467–472.
- Pourkazemi M. Caspian Sea sturgeon conservation and fisheries: Past, Present and Future // Journal of Applied Ichthyology. 2006. V. 22. P. 12–16.
- Shiva M, Gautam A.K. et al. Association between sperm quality, oxidative stress, and seminal antioxidant activity // Clinical biochemistry. 2011. V. 44. P. 319–324.
- Ubilla A., Valdebenito I. Use of antioxidants on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) sperm diluent: effects on motility and fertilizing capability // Latin American Journal of Aquatic Research. 2011. V. 39(2). P. 338–343.

ВЫБОР ОБЪЕКТОВ ДЛЯ САНИТАРНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ, ИЛИ *Fucus vesiculosus* VS ТЕРМИНАТОР: ШАНСЫ НА ВЫЖИВАНИЕ

М.В. Макаров, И.В. Рыжик, Г.М. Воскобойников

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
makarov@mmbi.info

Постоянно увеличивающееся загрязнение окружающей среды является глобальной мировой проблемой. Основными загрязняющими веществами, попадающими в воды Мирового океана, являются органические сбросы, пестициды и нефтепродукты. Несмотря на усилия, направленные на решение данной проблемы (принятие различных законов и нормативных актов, ограничивающих выбросы, строительство очистных сооружений, постоянный контроль качества среды и т.д.), успехи в этой области невелики. Это связано с быстро растущей хозяйственной деятельностью человека: увеличением населения городов, количества транспорта, морских перевозок, добычи нефтяных углеводородов и т.д. Строительство и обслуживание технических сооружений для очистки вод обычно очень дорого и не всегда возможно. Поэтому в последнее время активно разрабатывается направление санитарной аквакультуры: естественная очистка водоемов с помощью биологических объектов, способных поглощать и перерабатывать загрязняющие вещества.

Одной из проблем санитарной аквакультуры является выбор объекта, который должен обладать тремя качествами: выживаемость в широком диапазоне условий окружающей среды, толерантность к воздействию загрязнителей и способность утилизировать загрязняющие вещества. Сотрудниками лаборатории альгологии ММБИ КНЦ РАН была разработана санитарная водорослевая плантация на основе симбиотической ассоциации «бурые водоросли + углеводородокисляющие бактерии», на которую был получен ряд патентов. Как основной вид водорослей в данной плантации-биофильтре используется бурая водоросль *Fucus vesiculosus*. Выбор данного вида в качестве объекта санитарной марикультуры неслучаен. Еще до проведенных исследований мы не раз отмечали, что *F. vesiculosus* способен произрастать в местах, где другие водоросли или гидробионты отсутствуют: в местах впадения в море пресных водотоков, сточных вод от города, на участках, сильно загрязненных нефтепродуктами и т.д. После этого мы задались вопросом: каковы пределы толерантности данного вида к различным воздействиям?

Были проведены исследования возможных воздействий и экстремальных условий обитания *F. vesiculosus*.

1. Отсутствие освещения

Для сравнения продолжительности нахождения в условиях отсутствия освещения были выбраны 3 вида водорослей, перспективных для санитарной марикультуры: зеленая пластинчатая *Ulvaria obscura* и бурые *Saccharina latissima* и *F. vesiculosus*.

Талломы водорослей были помещены в светонепроницаемом контейнере в море. В ходе эксперимента выяснилось, что *U. obscura* разрушается через 1 месяц нахождения в темноте (таллом распадается на фрагменты), *S. latissima* – через 2 месяца (разрушается пластина, остается только стволик), а *F. vesiculosus* способен находиться без освещения до 9 месяцев [Макаров, 2010].

2. Ультрафиолет

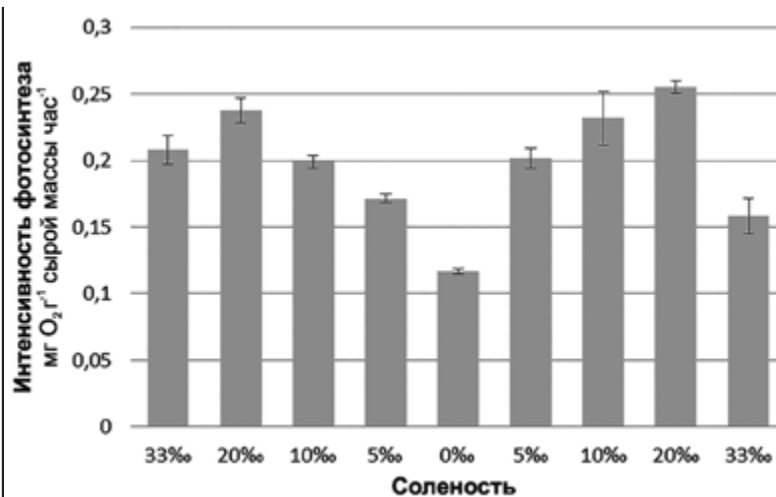
Ультрафиолетовая (УФ) радиация, как показали многочисленные исследования, оказывает значительное влияние на функционирование организмов. Наши эксперименты выявили снижение скорости роста большинства видов водорослей под воздействием природного количества УФ. И только у *F. vesiculosus* скорость роста при наличии УФ радиации увеличивалась [Макаров, 1999].

Дополнительно нами был поставлен эксперимент, в котором *F. vesiculosus* подвергался облучению жесткой УФ-радиацией (UV-C) бактерицидными лампами, используемыми для стерилизации помещений. Согласно Руководству «РЗ.5.1904-04.3.5. Дезинфектология. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях» [Руководство ...], облучение (стерилизация) помещения должна проводиться в течение 15–30 мин. Таллом водоросли находился непосредственно под бактерицидной лампой в течение 20 мин., при этом его физиологические функции (фотосинтез и дыхание) не нарушались. Микробиологические исследования показали отсутствие живых микроорганизмов на поверхности таллома после его облучения [Пуговкин, Рыжик, 2012].

3. Соленость

Гидрологические исследования солености воды на участке впадения пресного водотока (р. Бобровый), где произрастает *F. vesiculosus*, показали, что в период отлива растения находятся в почти пресной воде (соленость ок. 3 ‰) и в течение 10 мин., при наступлении прилива переходят в морскую воду с соленостью 35 ‰. Растения адаптированы к такой резкой смене среды обитания. В период минимальной солености (3–5 ‰) скорость фотосинтеза растений уменьшается практически в 2 раза, по сравнению с фотосинтезом в морской воде, однако восстановление происходит достаточно быстро (рис. 1).

Рис. 1
Интенсивность видимого фотосинтеза *F. vesiculosus* при различной солености в течение приливо-отливного цикла. По оси абсцисс – соленость воды, по оси ординат – интенсивность фотосинтеза



4. Температура

Лабораторные исследования влияния положительных и отрицательных температур на различные виды водорослей показали, что *F. vesiculosus* является одним из самых устойчивых (табл. 1) [Makarov, Voskoboinikov, 2012]. Натурными наблюдениями также отмечаются промерзание талломов в зимний период и их значительный нагрев летом.

Таблица 1

ВЫЖИВАЕМОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Вид	Температура, °С										
	-20	-15	-10	-5	-2.5	+10	+15	+20	+25	+30	+35
<i>Acrosiphonia arcta</i>	+	+	+	+	+	+	+	+/(20/80)	-	-	-
<i>Cladophora rupestris</i>	-	+/(30/70)	+/(50/50)	+	+	+	+	+	+/(80/20)	+/(20/80)	-
<i>Ulva intestinalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+/(50/50)	+/(30/70)	-
<i>Ascophyllum nodosum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+/(30/70)	+/(20/80)	-
<i>Fucus vesiculosus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+/(50/50)	+/(20/80)	-
<i>Fucus serratus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+/(20/80)	-	-
<i>Pyraliella littoralis</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Saccharina latissima</i>	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Laminaria digitata</i>	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Delesseria sanguinea</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Phycodrys rubens</i>	-	-	-	+/(40/60)	+	+	+	-	-	-	-
<i>Palmaria palmata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Porphyra sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Chondrus crispus</i>	-	-	-	+/(40/60)	+	+	+	-	-	-	-
<i>Polysiphonia arctica</i>	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-
<i>Membranoptera alata</i>	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-

Примечание: условные обозначения: «+» – живые, «-» – погибшие, «+/-» – частичное выживание (соотношение живых и погибших, %).

5. Осушение

В естественных условиях в период сизигийных отливов *F. vesiculosus* может находиться на воздухе до 8 часов. Наши исследования [Рыжик и др., 2017, в печати] показали, что в период нахождения в воздушной среде во время отлива интенсивность фотосинтеза может снижаться до отрицательных значений (превалирует дыхание).

Нами был поставлен эксперимент по длительности выживания *F. vesiculosus* вне воды. В летний период (температура воздуха колебалась от +8 до +19 °С) несколько кустов водорослей были перенесены под навес для защиты от воздействия прямых солнечных лучей и завернуты в мокрую плотную ткань, которую ежедневно обливали морской водой. Эксперимент показал, что *F. vesiculosus* способен существовать в таких условиях более месяца: даже через 30 дней растения после их помещения в морскую воду и короткой (1 сутки) акклиматизации быстро восстанавливали физиологическую активность.

6. Глубина произрастания

В Баренцевом море *F. vesiculosus* произрастает в основном на верхнем и среднем горизонтах литорали, в Белом и Балтийском морях он может произрастать на глубине до 8–10 м. Наши исследования [Макаров и др., 2010] показали, что причина его нераспространения на большие глубины в Баренцевом море заключается в конкуренции с другими видами. При отсутствии конкуренции оптимальной для произрастания вида является глубина 0,5 м, а максимальной – 10 м.

7. Контакт с нефтепродуктами

F. vesiculosus является практически единственным видом, произрастающим в местах, сильно загрязненных нефтепродуктами, например, в морском порту г. Мурманска, где загрязнение превышает ПДК в несколько десятков раз. Растения адаптируются к постоянному присутствию нефтепродуктов в среде и сохраняют достаточно высокую активность физиологических процессов, хотя фотосинтез у них, по сравнению с растениями из чистых мест, понижен [Степаньян, 2003; Рыжик, 2012]. Воздействие дизельного топлива на растения в период отлива вызывает повышение активности ферментов антиоксидантной системы, однако уже на приливе все показатели приходят в норму [Рыжик, Колбеева, 2016].

Заключение. Проведенные исследования показали, что *F. vesiculosus* является уникальным видом водорослей, способным существовать в широком диапазоне условий окружающей среды и имеющим высокую степень толерантности к воздействию загрязнителей. Это позволяет использовать его в качестве основного вида для санитарной марикультуры с целью биоремедиации деградированных прибрежных районов в широких пределах условий и в различных районах Мирового океана.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014–2020 годы» (уникальный идентификатор проекта RFMEFI61616X0073).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Макаров М.В. Адаптация водорослей Баренцева моря к условиям освещения: дис. ... докт. биол. наук (25.00.28 – океанология) / Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук. Мурманск, 2010. 359 с.

Макаров М.В. Влияние ультрафиолетовой радиации на рост и размножение доминантных видов водорослей-макрофитов Баренцева моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН. СПб., 1999.

Макаров М.В., Рыжик И.В., Воскобойников Г.М., Матишов Г.Г. Влияние глубины произрастания на морфофизиологические показатели *Fucus vesiculosus* L. Баренцева моря // Доклады РАН. 2010. Т. 430. № 3. С. 427–429.

Пуговкин Д.В., Рыжик И.В. О возможности стерилизации водоросли *Fucus vesiculosus* ультрафиолетовым излучением // Проблемы океанографии, биологии и освоения биоресурсов морей российской Арктики: мат-лы XXX юбилейной конференции молодых ученых Мурманского морского биологического института, посвященной 150-летию со дня рождения Н.М. Книповича. 2012. С. 148–151.

Руководство «РЗ.5.1904-04.3.5. Дезинфектология. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях».

Рыжик И.В., Кособрюхов А.А., Марковская Е.Ф., Макаров М.В. Изменение физиологических параметров *Fucus vesiculosus* Linnaeus, 1753 (Phaeophyta: Fucales) и *Fucus serratus* Linnaeus, 1753 (Phaeophyta: Fucales) Баренцева моря в процессе приливно-отливного цикла // Биология моря. 2017. В печати.

Рыжик И.В. Метаболическая активность клеток *Fucus vesiculosus* Linnaeus, 1753 (Phaeophyta: Fucales) из Баренцева моря в условиях нефтяного загрязнения // Биология моря. 2012. Т. 38. № 1. С. 86–88.

Рыжик И.В., Колбеева М.В. Влияние дизельного топлива на состояние антиоксидантной системы в клетках *Fucus vesiculosus* // Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии: материалы Международной научной конференции и молодежной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова. Ростов н/Д, 2016. С. 315–316.

Степаньян О.В. Морфофункциональные перестройки у водорослей-макрофитов Баренцева моря под воздействием нефти и нефтепродуктов: дис. ... канд. биол. наук. Мурманск, 2003.

Makarov M.V., Voskoboinikov G.M. Effects of light and temperature on the Barents sea macroalgae // Berichte zur Polar- und Meeresforschung = Reports on polar and marine research. 2012. V. 640. P. 101–118.

РЕМОНТНО-МАТОЧНОЕ СТАДО ЧЕРНОМОРСКОЙ КУМЖИ *Salmo trutta Labrax* ООО «ЛАУРА»: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Е.В. Мусеева

Школа рыбоводства FishLab; ООО «Лаура», г. Сочи
fish-lab@mail.ru, forel_sochi@mail.ru

Чёрноморская кумжа, черноморский лосось (*Salmo trutta labrax* Pall.) – уникальный представитель рода *Salmo* ихтиофауны южных морей России. Вид находится на грани исчезновения, в связи с чем черноморская кумжа в качестве охраняемого таксона внесена в Красную книгу Краснодарского края, Красную книгу Российской Федерации и Европейский красный список.

До 90-х годов прошлого века воспроизводство черноморской кумжи осуществлялось исключительно на территории современной Республики Абхазия. С 1995 г. начались первые работы по искусственному воспроизводству черноморской кумжи на территории России. Работы эти организованы на Адлерском производственно-экспериментальном рыбоводном лососевом заводе (АПЭРЛЗ), где сформировано первое ремонтно-маточное стадо черноморской кумжи из отловленных в р. Мзымта производителей [Кулян, 2000]. Позже, в 1997 г., были начаты работы по созданию маточного стада черноморской кумжи на ФГУП «Племзаводе “Адлер”» [Никандров, Шиндавина, 2007]. Однако в 2015 г. на фоне экономических причин ФГУП «Племзавод “Адлер”» отказывается от работ по искусственному воспроизводству черноморского лосося и содержанию маточного стада. АПЭРЛЗ, ограниченный госфинансированием, не может позволить выпускать молодь в объеме больше 200 тыс. шт. в год.

Понимая проблемы и плачевные перспективы маточных стад уникального для Чёрноморского бассейна вида лососевых рыб кандидат биологических наук Саркис Артынович Кулян инициировал в 2006 г. строительство лососево-форелевого хозяйства ООО «Лаура».

ООО «Лаура» – это лососево-форелевое хозяйство бассейнового типа. Расположено в ущелье Ахцу в среднем течении р. Мзымта. Водосточник – артезианские скважины глубиной 25–30 м. Температура воды в скважинах постоянная: 11,5–12 °С. Вода соответствует нормативам для выращивания лососевых рыб.

Производственные мощности ООО «Лаура» представлены инкубационным цехом мощностью 1 млн шт. икры разовой загрузки.

В период с 2011 по 2015 г. в р. Мзымта, согласно разрешениям на вылов, отлавливали диких производителей черноморской кумжи – основателей будущего маточного стада. Из полученной от них молоди сформировали современное ремонтно-маточное стадо.

В настоящее время маточное стадо черноморской кумжи ООО «Лаура» насчитывает 700 экз. производителей в возрасте 4–5 лет: 500 самок и 200 самцов. Ремонтное стадо в возрасте 1 и 2 года в количестве 20 000 шт.

Нерест черноморской кумжи в естественных условиях проходит в период с ноября по декабрь [Мурза, Христофоров, 1988]. В условиях ООО «Лаура» пиковое созревание производителей кумжи происходит с конца декабря до середины января. Отдельные «хвосты» нерестового стада могут тянуться до конца февраля.

Самки черноморской кумжи отличаются тем, что при неблагоприятных условиях нагула могут пропускать нерест. Повторное созревание самок на следующий год колеблется в пределах 30–70 % от отнерестившихся в прошлый сезон. Самцы созревают ежегодно. В нерестовый сезон 2016–2017 гг. в условиях ООО «Лаура» созрело 80 % самок.

В нерестовый сезон 2016–2017 гг. нами была проведена оценка впервые нерестящихся трехгодовалых самок. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

**МАССО-РЕПРОДУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ТРЕХГОДОВАЛЫХ САМОК ЧЕРНОМОРСКОЙ КУМЖИ ООО «ЛАУРА»**

Показатель/ статистические данные	Масса рыбы, г	Масса икры, г	Масса икринки, мг	Рабочая плодовитость, тыс. шт.	Относит. плодовитость, шт./кг веса	Индекс репродук- тивности, г/кг	Массовая доля икры, %
Выборка	18	18	18	18	18	18	18
Среднее	1079	147	123,2	1,21	1335	162	14
Ошибка среднего	65,6	7,9	3,41	0,07	78,0	8,4	0,6
Максимум	2070	210	162,00	1,72	1793	219	18
Минимум	800	87	105,00	0,68	801	108	10
Дисперсия	278,2	33,5	14,47	0,31	330,8	35,6	2,6
Коэффициент вариации, %	25,8	22,7	11,7	25,4	24,8	21,9	19,0

Кормление производителей кумжи проводят высококачественными датскими кормами производства Biomar. Мы используем собственную разработанную схему кормления производителей кумжи, суть которой заключается в оптимальном подборе периодов кормления и голодовки, что обеспечивает высокое качество половых продуктов как самок, так и самцов, а также высокие показатели выживаемости эмбрионов.

Индивидуальную оценку качества потомства в нерестовый сезон 2016–2017 гг. мы не проводили. Со следующего нерестового сезона будет проводиться регулярная индивидуальная оценка качества потомства кумжи. Это необходимо для отслеживания появления негативных последствий искусственного воспроизводства. Сегодня в производстве показатели оплодотворяемости икры на уровне 90–95 %, выход эмбрионов на стадии глазка – 80–85 %.

Переход на активное питание у личинок лососевых, как и у многих других видов рыб, связан с повышенной гибелью личинок, особенно если они плохого качества. Личинки черноморской кумжи ООО «Лаура» отличаются высокой выживаемостью, о чем свидетельствуют низкие потери – 5–12 % – при переходе на активное питание.

Темп роста молоди кумжи ниже, чем радужной форели ввиду того, что с ней не ведется селекционно-племенная работа и поддерживается генетическое разнообразие.

Темп роста молоди кумжи первого года жизни в ООО «Лаура» представлен на рисунке 1.

Икра у кумжи крупная, масса икринки на стадии пигментации глаз составляет 140–150 мг. За период эндогенного питания содержимым желточного питания молодь набирает 70–80 % массы. Поэтому на активное питание личинка переходит довольно крупной, при массе 0,25–0,30 мг.

Следует отметить, что у кумжи ротовое отверстие крупнее, чем у форели, и фракции корма, рекомендованные для форели, кумже мелковаты при прочих равных. Так как производители кормов не дают расчетные таблицы по кумже, приходится использовать таблицы для радужной форели. По этой причине для кумжи следует корректировать расчет кормов по фракциям – переходить на более крупные фракции раньше, чем рекомендовано для форели.

Трехграммовой навески (массы, при которой осуществляется выпуск молоди в естественные водоемы) кумжа достигает в среднем в первой декаде августа. Однако если снизить плотности посадки, то трехграммовую молодь можно получить уже во второй декаде июля.

Основные проблемы с молодью кумжи начинаются в возрасте 4–5 месяцев. В это время мальки начинают сильно болеть и увеличивается гибель. Своевременное внесение соли значительно улучшает состояние молоди. В этот период у молоди происходит физиологическое изменение функционирования организма для ската в море, а содержание её в пресной воде в этот период сильно ослабляет иммунитет.

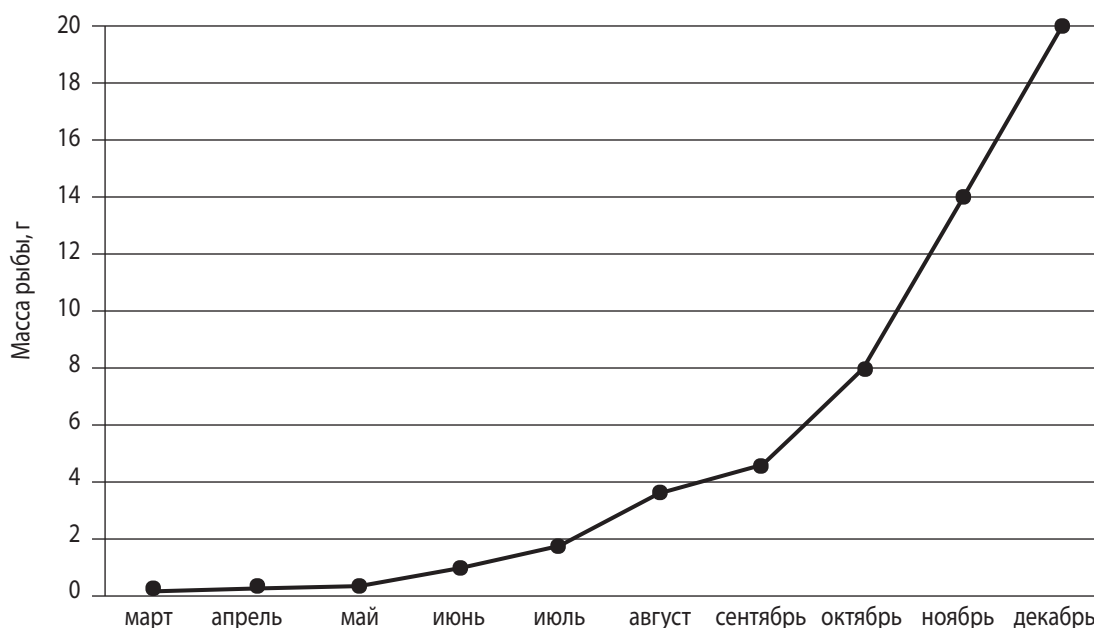


Рис. 1

Темп роста молоди черноморской кумжи первого года жизни ООО «Лаура»

Начиная с полугодовалого возраста значительно увеличиваются затраты на содержание молоди кумжи – помимо качественного корма ей требуются пониженные плотности посадки (рыба территориальная), регулярное внесение поваренной соли, высокое содержание кислорода, регулярный анализ воды, лечебно-профилактические мероприятия. Контроль содержания маточного стада кумжи и выращивания молоди требует постоянного мониторинга со стороны высококвалифицированных специалистов.

Маточное стадо ООО «Лаура» зарегистрировано в реестре ремонтно-маточных стад объектов аквакультуры, используемых в целях сохранения водных биологических ресурсов под номером 4.03.1522.2011.0176. Сегодня это одно из двух в России зарегистрированных маточных стад.

За период с 2013 по 2017 г. силами ООО «Лаура» выращено и выпущено в бассейн Чёрного моря порядка 2,3 млн шт. молоди черноморской кумжи.

Однако будущее маточного стада ООО «Лаура» под угрозой. Объемы строительных работ, осуществляемых в руслах черноморских рек и бассейне Чёрного моря, последнее время только растут. Однако при согласовании ущербов в Азово-Чёрноморском территориальном управлении (АЧТУ) и Центральном управлении по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации (ФГБУ «ЦУРЕН») все реже утверждается черноморский лосось. При прочих равных условиях согласование ущербов успешнее проходит по осетровым видам, чем по черноморской кумже. В последние годы динамика заключения договоров на возмещение ущерба водным биоресурсам по кумже с ООО «Лаура» стремится к нулю. В условиях отсутствия заявок на выпуск становится экономически убыточным содержание маточного стада черноморской кумжи. Поэтому для сохранения производителей руководством ООО «Лаура» рассматриваются новые возможности сохранения уникального маточного стада при помощи благотворительных организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кулян С.А. Экологические основы совершенствования технологии искусственного воспроизводства черноморского лосося: автореф. дис.... канд. биол. наук. Астрахань, 2000. 47 с.

Мурза И.Г., Христофоров О.Л. Некоторые проблемы воспроизводства черноморской кумжи *Salmo trutta labrax* Pall. реки Мзымты и закономерности ее полового созревания // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1988. Вып. 276. С. 147–159.

Никандров В.Я., Шиндавина Н.И. Характеристика черноморской кумжи *Salmo trutta labrax*, выращенной в заводских условиях // Вопросы ихтиологии. 2007. Т. 47. Вып. 2. С. 238–246.

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ МОЛОДИ ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА *Psetta maeotica* (Pallas, 1814) В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Н.В. Новоселова, В.Н. Туркулова

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФБГНУ «АзНИИРХ», г. Керчь
novoselova_n_v@azniirkh.ru

Камбала-калкан является одной из наиболее ценных промысловых видов рыб Чёрного моря, где она образует отдельные локальные стада. Это донная рыба, обитающая вдоль всего побережья на песчаных и илисто-песчаных грунтах. В пределах территориальных вод России локальные скопления черноморского калкана отмечают у побережья Крыма – Керченское предпроливное плато, от Евпатории до Севастополя и в Каркинитском заливе, а также в юго-западной части Кавказского побережья от Тамани до Туапсе. Общая численность и промысловые запасы этого вида невелики. Основным фактором, определяющим динамику промыслового стада, является величина пополнения. Чёрноморский калкан характеризуется низкой эффективностью воспроизводства. Численность отдельных поколений в промысловом возврате составляет 0,002 % от количества выметанной икры (индивидуальная плодовитость до 14 млн икринок).

Одним из путей управления онтогенетическим циклом развития и повышения качества выращиваемой молоди морских рыб служит оптимизация абиотических и биотических факторов. Из биотических факторов важнейшее значение для выживания имеет пища, в достаточном количестве и требуемого качества (по доступности, усвояемости, калорийности и т.д.); она влияет на развитие рыб при переходе на экзогенное питание, при их искусственном выращивании [Туркулова и др., 2000; Новоселова, Туркулова, 2001; Маслова, 2013].

В работе приводятся некоторые данные по питанию и кормлению черноморского калкана, полученные при его искусственном выращивании.

Материалы и методы исследований. Материал был получен при выращивании черноморского калкана на питомнике по воспроизводству морских рыб ХТМО (Северо-Западное Причерноморье) в 1997–2000, 2008 г. и в 2012, 2013, 2016 г. на НИБ «Заветное» (Керченский пролив).

Зрелые половые клетки получали от интактных производителей путем отцеживания. Оплодотворенную икру размещали на инкубацию в выростные установки замкнутого цикла (рабочим объемом 16 и 6 м³), там же проводили выращивание личинок до 30-суточного возраста. Режим выращивания в рециркуляционных установках: соленость 18–19 ‰, температура 15–20 °С, содержание растворенного в воде кислорода 7–7,9 мг/л. Дальнейшее подращивание проводили в железобетонном бассейне с песчаным дном (объем – 100 м³, глубина – 100 см) и в пластиковых бассейнах (объем – 6 м³, глубина – 120 см) при постоянной проточности под навесом, в условиях окружающей среды. В лабораторных условиях проводили количественно-весовую обработку личинок по стандартным методикам [Инструкция ... 1971].

Внесение кормовых организмов в выростные емкости рабочим объемом 16 и 6 м³ проводили согласно разработанной биотехнологии ЮгНИРО [Новоселова, Туркулова, 2001]. Все виды вносимых организмов культивировали в прудах площадью 0,01–0,02 га, бетонных бассейнах и пластиковых емкостях объемом 2–150 м³ по собственной методике [ДСТУ, 2015]. Личиночные стадии баянусов и трохофоры мидий попадали в выростные бассейны при подмене воды и охотно потреблялись личинками. В 2012 и 2016 г. для кормления выращиваемой молоди применяли, кроме культивируемых, «дикие» виды гидробионтов – веслоногий рачок *D. salinus* и псаммофильный рачок *P. maeoticus*. Науплии *Artemia* spp. перед скармливанием молоди выдерживали в питательной среде на основе настоев сена и кормовых дрожжей, с микроводорослями, витаминами и микроэлементами.

Результаты исследований и обсуждение. В таблицах 1–3 приведены трофологические условия выращивания черноморского калкана, культивируемого в разные периоды. Представлен размерно-видовой состав вносимого зоопланктона, а также его содержание в выростных емкостях и желудочно-кишечном тракте личинок и молоди в 1998 г. (табл. 1).

В таблице 2 представлены показатели кормления личинок и молоди калкана в 1997, 2000, 2008. Приводятся данные по питанию молоди черноморского калкана, полученной в 2012 и 2016 г. (табл. 3).

Таблица 1

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА, КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ В ВЫРОСТНЫХ ЕМКОСТЯХ И ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНОК КАЛКАНА в 1998 г.

Вид кормовых организмов зоопланктона	Размер, мкм	Сроки внесения, сутки	Содержание в выростных емкостях, экз./мл	Содержание в желудочно-кишечном тракте, экз.
Инфузории: р. <i>Tintinopsis</i> Stein, 1867 р. <i>Euplotes</i> Ehrenberg, 1831 р. <i>Mesodinium</i> Stein, 1862	40–60 40–90 10–40	3–7 3–5 3–7	10–15 12–38 10–12	– 2–4 2–14
Коловратка <i>Brachionus plicatilis</i> Müller, 1786	40–350	4–10	3–25	1–2
Веслоногие ракообразные: <i>Acartia clausi</i> Giesbrecht, 1889 <i>Calanipeda aquae dulcis</i> Kriczagin, 1873 <i>Diaptomus gracilis</i> Sars, 1862	20–1400 20–1000 20–1800	4–50 4–50 4–50	0,1–0,7 0,1–0,7 0,1–0,7	1–168 1–104 1–138
Усоногие ракообразные Larvae <i>Amphibalanus improvisus</i> Darwin, 1864	100–300	6–35	0,2–0,5	0–4
Ракушковые рачки, великонха <i>Cyprideis torosa</i> Brady, 1864	40–800	4–30	0,5–3,5	8–90

Таблица 2

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА, КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ В ВЫРОСТНЫХ ЕМКОСТЯХ И ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНОК КАЛКАНА в 1997, 2000, 2008 г.

Вид кормовых организмов зоопланктона	Размер, мкм	Сроки внесения, сутки	Содержание в выростных емкостях, экз./мл	Содержание в желудочно-кишечном тракте, экз.
Инфузории: р. <i>Tintinopsis</i> Stein, 1867 р. <i>Mesodinium</i> Stein, 1862	40–60 30–40	3–7 3–5	12–15 10–15	– 4–11
Коловратки: <i>B. plicatilis</i> Müller, 1786 <i>Synchaeta</i> sp. Ehrenberg, 1832	40–350 40–200	4–10 3–10	3–15 3–14	1–2 2–4
Веслоногие ракообразные: <i>A. clausi</i> Giesbrecht, 1889 <i>C. aquae dulcis</i> Kriczagin, 1873 <i>D. gracilis</i> Sars, 1862 <i>Tisbe furcata</i> Baird, 1837	20–1500 20–1000 20–1200 20–1200	4–50 4–50 4–50 4–50	0,2–0,5 0,5–1 0,1–0,7 0,2–1	1–160 1–105 1–144 1–53
Двустворчатые моллюски Larvae (трохофоры)	200–250	4–10	0,1–0,2	1–2
Ракушковые рачки Larvae р. <i>Loxosconcha</i> Sars, 1866	40–90	4–10	0,3–0,6	1–7

Таблица 3

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА, КОЛИЧЕСТВЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ В ВЫРОСТНЫХ ЕМКОСТЯХ И ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛИЧИНОК КАЛКАНА в 2012, 2016 гг.

Вид кормовых организмов зоопланктона	Размер, мкм	Сроки внесения, сутки	Содержание в выростных емкостях, экз./мл	Содержание желудочно-кишечном тракте, экз.
Инфузории: <i>Metacylis mediterranea</i> , var. <i>longa</i> Brandt, 1908 <i>p. Mesodinium</i> Stein, 1862	50–80 10–40	3–7 3–7	12–15 10–25	3–7 4–15
Коловратки: <i>B. plicatilis</i> Müller, 1786 <i>B. urceus</i> Linne, 1758 <i>Synchaeta</i> sp. Ehrenberg, 1832	30–400 30–280 30–200	4–10 3–10 3–10	3–15 3–15 3–10	1–2 1–3 2–4
Веслоногие ракообразные: <i>A. clausi</i> Giesbrecht, 1889 <i>D. salinus</i> Daday, 1885 (внесение в 2012 г.) <i>D. salinus</i> (внесение в 2016 г.)	20–1500 20–2000 20–1500	4–50 4–50 4–20	0,2–0,7 0,5–1 0,3–0,5	1–230 1–365 1–142
Ветвистоусые ракообразные <i>Moina brachiata</i> Jurine, 1820	20–1200	20–40	0,2–0,5	1–47
Усоногие ракообразные – науплиусы <i>Amphibalanus improvisus</i> Darwin, 1864	30–400	4–30	0,2–0,5	1–6
Разноногие ракообразные <i>Pontogammarus maeoticus</i> Sowinskyi, 1894	1000–2500	40–60	0.01–0.02	6–16
Многощетинковые черви Larvae Polychaeta	80–600	8–50	0,1–0,5	3–15
Науплии жаброногих ракообразных – Artemia spp.	400–800	30–60	0,2–0,5	42–126

Предпочитаемыми видами зоопланктона в питании личинок и молоди черноморского калкана (за все годы выращивания) были следующие организмы: инфузории р. *Metacylis* и *Mesodinium*; копеподы: р. *Acartia*, р. *Calanipeda*, р. *Diaptomus*; планктонные стадии остракод р. *Cyprideis* (табл. 1–3).

В период выращивания в 1997, 2000 и 2008 г. в питании отсутствовали инфузории р. *Mesodinium* и остракоды р. *Cyprideis*, не было в поступающей проточной воде личинок балянусов, которыми, несмотря на их малую концентрацию в выростных емкостях в 1998 г., выборочно питались личинки (табл. 1). Внесение остракод р. *Loxosoncha* в 1997 г. закончилось на 10-е сутки выращивания личинок и было явно недостаточным по концентрации (табл. 2).

В 2012 и 2016 г. молодь и личинки охотно питались личиночными стадиями полихет, вплоть до 50-суточного возраста. С 40-суточного возраста молодь калкана активно потребляла псаммофильных рачков *P. maeoticus*. Излюбленным видом корма были, как и в предыдущие сезоны выращивания, веслоногие рачки. Но в 2016 г. после 20-суточного возраста молодь черноморского калкана не получала в достаточном количестве веслоногих ракообразных, их заменил ветвистоусый рачок *M. brachiata*. В отличие от копепод (содержащихся в желудочно-кишечном тракте до 365 экз.) количество кладоцер в желудочно-кишечном тракте не превышало 47 экз. (табл. 3). Коловратки, несмотря на их значительную концентрацию в выростных емкостях, во все периоды выращивания в желудочно-кишечном тракте встречались редко. Личинки предпочитали вид коловратки *Synchaeta* sp.

Приводятся данные по суточным рационам для 1 экз. молоди калкана за период от перехода на внешнее питание до завершения метаморфоза (табл. 4).

СУТОЧНЫЙ РАЦИОН 1 экз. ЛИЧИНКИ И МОЛОДИ ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА

Вид корма	Продолжительность выращивания, сутки			
	1-14	15-35	36-45	46-60
Инфузории	<u>*50-20</u> 0,05-0,02	-	-	-
Коловратки	<u>50-10</u> 0,12-0,002	-	-	-
Веслоногие ракообразные	<u>0,5-50</u> 0,07-6	<u>50-100</u> 6-14	<u>100-50</u> 14-6	<u>25-3</u> 3-0,4
Ветвистоусые ракообразные	-	<u>10-50</u> 15-75	<u>50-10</u> 75-15	<u>10-3</u> 15-4,5
Жаброногие ракообразные	-	<u>0-5</u> 0-0,05	<u>5-30</u> 0,05-0,3	<u>50-5</u> 0,5-0,05
Искусственный корм, г Aller Aqua, ** (№)	-	-	-	-
Рыбный фарш, г	-	0-0,001 (00)	0,001-0,005 (00)	0,01-0,5 (00-0)
	-	0-0,001	0,001-0,01	0,01-0,05

Примечание: *над чертой – количество вносимых организмов в экз., под чертой – сырой вес вносимых организмов, мг;
**в скобках приводятся данные по нумерации искусственного корма фирмы Aller Aqua – 00, 0, 1, 2, 3, 4.

Вывод. Проведенные исследования по питанию и кормлению черноморского калкана показали, что при выращивании в искусственных условиях личинки проявляют четкую избирательность в питании с самого раннего возраста. Предпочитаемой пищей до 35-40-суточного возраста являются веслоногие рачки – копеподы. Искусственные комбикорма молодь калкана начинает потреблять не ранее 25-суточного возраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ДСТУ 8156: 2015. Зоопланктон морський. Живі корми. Основні вимоги до вирощування. (Дата введення в дію: 01.01.2017).

Инструкция по сбору и обработке материала для исследования питания рыб в естественных условиях. М.: ВНИРО, 1971. Ч. 1. 41 с. Ч. 2. 76 с.

Маслова О.Н. Разведение и товарное выращивание черноморской камбалы-калкана *Scophthalmus maeoticus*: проблемы и методы // Труды ВНИРО. М., 2013. Т. 150. С. 35-49.

Новоселова Н.В., Туркулова В.Н. Особенности питания и роста личинок черноморской камбалы-калкана (*Psetta maeotica* Pallas) при культивировании в промышленных рециркуляционных установках // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России: сб. науч.-практ. конф. Краснодар, 2001. С. 82-84.

Туркулова В.Н., Новоселова Н.В., Кракатица В.В. Получение молоди черноморской камбалы-калкана в замкнутых установках питомника морских видов рыб ХТМО Одесской области // Проблемы восстановления биоразнообразия Приднестровья. Материалы 1-й Международной научно-практической конференции. Кишинев, 2000. С. 9-11.

РОСТ И ПИТАНИЕ РАННЕЙ МОЛОДИ ПИЛЕНГАСА *Liza haematocheilus* (Temminck et Schlegel, 1845) = *Mugil soiu* (Basilewsky, 1855) ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРАХ

Н.В. Новоселова, В.Н. Туркулова

Керченский филиал («ЮГНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ», г. Керчь
novoselova_n_v@azniirkh.ru

Внедрение кефалей в пресноводное и солоноватоводное товарное рыбоводство, выращивание в поликультуре с рыбами пресноводного комплекса представляется весьма перспективным для рыбного хозяйства юга России. Наиболее технологичным из кефалей является интродуцированный в середине 1970-х гг. в Азово-Чёрноморский бассейн пиленгас. Этот вид характеризуется широкой эврибионностью, выраженной в большей степени, чем у других видов кефалей. В течение ряда лет сотрудники Керченского филиала («ЮГНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» проводят исследования адаптационных механизмов, обеспечивающих выживаемость, рост и размножение кефалей при различных абиотических факторах [Булли, Куликова, 2006; Туркулова, Новоселова, 2015; Новоселова, Туркулова, 2015]. В этом аспекте значительный интерес представляет изучение влияния солености водной среды по NaCl и фотопериода на питание и темп роста личинок пиленгаса при выращивании в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ).

Материал и методы исследований. Научно-исследовательские работы по выращиванию личинок пиленгаса проводили в 1995–2016 гг. на экспериментальной базе Керченского филиала («ЮГНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» – НИБ «Заветное», на рыбопитомниках морских рыб в Одесской области и Краснодарском крае. Материалом служили личинки и ранняя молодь пиленгаса в возрасте от 5 до 35 суток, полученные в условиях искусственного воспроизводства. Сбор и обработку материалов по питанию осуществляли по стандартным методикам. Работали с нефиксированным материалом. В лабораторных условиях проводили количественно-весовую обработку содержимого желудочно-кишечного тракта личинок [Инструкция ... 1971].

Эксперименты по влиянию суточной ритмики освещенности на питание личинок проводили на особях от 10 до 20-суточного возраста. Освещенность измеряли стандартным люксметром с 7 до 24 часов, одновременно брали пробы личинок для подсчета количества съеденных организмов. В вечернее и ночное время суток бассейны имели искусственное освещение. При обработке данных использовали среднее значение результатов за 10 дней. Соленость водной среды составляла 18 и 4 ‰.

Исследования по изучению питания личинок пиленгаса в воде различной солености проводили в водной среде с постоянной соленостью – 18 ‰, и в среде, где начиная с 5 суток выращивание личинок вели в режиме постепенного распреснения воды (ежесуточно с градиентом 1 ‰). Соленость воды к 14 суткам достигла 7 ‰, а к 17 суткам – 4 ‰.

Молодь пиленгаса выращивали в тех же рециркуляционных установках, где ранее инкубировали икру. В комплекс отслеживаемых параметров входили: температура, соленость, освещенность, содержание растворенного кислорода, нитраты, нитриты, аммиак и pH среды. Кормили молодь пиленгаса по методике, разработанной в ЮГНИРО [Новоселова, Туркулова, 2001; Новоселова, Туркулова, 2015].

Результаты исследований и обсуждение. В личиночный период выращивания происходит коренная морфофизиологическая перестройка организма личинок пиленгаса, причем в кратчайшие сроки – с 5-х по 15-е сутки. Поэтому метаморфоз считают одним из наиболее ответственных этапов при выращивании личинок пиленгаса в искусственных условиях.

Влияние фотопериода на эффективность кормления в искусственных условиях изучено слабо. Естественная периодичность освещения вызывает выделение различных биологически активных веществ, оказывающих самое различное влияние на жизнедеятельность личинок рыб [Микулин, 2001].

Исследование влияния фотопериода на интенсивность питания молоди пиленгаса показало, что в утреннее время суток, с 7 ч до 8 ч, при освещенности 3000–5800 лк, в пищеварительном тракте находится от 13,9 до 15,1 экз. кормовых организмов. По мере возрастания освещенности от 8500 до 15000 лк (9–16 ч дня), происходит увеличение интенсивности питания от 23,7 до 39,8 экз. С уменьшением освещенности (8300 лк) с 18 часов до 24 часов (1300 лк) количество пищи уменьшается с 18,6 до 11,2 экз. (табл. 1, 2).

Таблица 1
СУТОЧНАЯ РИТМИКА ПИТАНИЯ ЛИЧИНОК ПИЛЕНГАСА
(СОЛЕННОСТЬ – 18 ‰, ОБЪЕМ БАССЕЙНА – 6 м³)

Время суток, ч	Освещенность, лк	Корм: копеподы, кладоцеры, экз.
7	3500	13,9
8	5800	15,1
9	8500	23,7
14	15000	27,5
16	10000	28,2
18	8300	18,6
20	5400	14,6
24	1300	11,2

Таблица 2
СУТОЧНАЯ РИТМИКА ПИТАНИЯ ЛИЧИНОК ПИЛЕНГАСА
(СОЛЕННОСТЬ – 4 ‰, ОБЪЕМ БАССЕЙНА – 6 м³)

Время суток, ч	Освещенность, лк	Корм: копеподы, кладоцеры, экз.
7	3000	12,7
8	5500	14,8
9	7700	39,3
14	15 000	37,0
16	10 200	37,4
18	8400	39,8
20	5500	15,8
24	1400	11,3

Было установлено, что молодь пиленгаса в распресненной воде питалась интенсивнее. Особенно это было заметно с 9 ч утра до 18 ч вечера. В этот период количество организмов в желудочно-кишечном тракте составляло 37,0–39,8 экз. Вероятнее всего, этот факт объясняется тем, что в распресненной водной среде присутствовало большее число видов зоопланктона, чем в воде с соленостью 18 ‰.

По-видимому, свет имеет для личинок только сигнальное значение, и, очевидно, степень освещения влияет на проявление вертикальных суточных миграций за кормом. Искусственно удлиненный световой день стимулирует интенсивность питания, соответственно, рост и выживаемость личинок.

Механизм воздействия солености на процесс метаморфоза чрезвычайно сложен и еще очень плохо изучен. Некоторые исследователи полагают, что физиологические изменения в период метаморфоза являются пред-адаптационными к существованию в соленой воде, тогда как другие считают, что механизм адаптации в соленой воде независим от превращения личинки в молодь [Holliday, Jones, 1965; 1967].

В таблицах 3 и 4 приведены данные по питанию личинок пиленгаса в воде различной солености в бассейнах объемом 6 м³ (табл. 3, 4).

Таблица 3
ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК ПИЛЕНГАСА В ВОДНОЙ СРЕДЕ
С СОЛЕННОСТЬЮ 18 ‰, ОБЪЕМ БАССЕЙНА – 6 м³

Возраст, сутки	Длина молоди, мм	Масса молоди, мг	Масса пищевого комка, мг	Общий индекс наполнения, ‰	Суточный рацион (% от массы тела) мг %	
5	2,62	0,56	0,038	678,6	0,05	9
7	3,5	4,1	1,02	2487,8	0,7	17
9	5,4	8,9	2,13	2393,3	6,7	75
11	8,3	20,1	3,06	1522,4	7,8	39
13	12,8	28,9	4,07	1408,3	8,2	28
15	17,2	35,8	4,9	1368,7	9,4	26
17	23,8	40,9	5,2	1271,4	11,3	28
25	28,5	62,0	7,2	1161,3	12,5	20
35	30,4	90,9	9,7	1368,1	13,1	18

Примечание: среднесуточный прирост – 3,01 мг.

ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК В РАСПРЕСНЕННОЙ ВОДЕ
(ЕЖЕСУТОЧНЫЙ ГРАДИЕНТ РАСПРЕСНЕНИЯ – 1 ‰; ОБЪЕМ БАССЕЙНА – 6 м³)

Возраст, сутки	Соленость, ‰	Длина молоди, мм	Масса молоди, мг	Масса пищевого комка, мг	Общий индекс наполнения, ‰	Суточный рацион (% от массы тела)	
						мг	%
5	16	2,64	0,57	0,039	684,2	0,05	9
7	14	3,7	4,9	1,11	2265,3	3,2	65
9	12	6,5	10,2	2,9	2843,1	7,5	74
11	10	10,7	20,6	4,1	1990,3	9,0	44
13	8	17,2	28,3	5,6	1978,8	10,2	35
15	6	20,1	39,4	6,2	1573,6	12,5	32
17	4	26,07	58,6	6,9	1437,5	12,8	28
25	4	30,0	91,7	8,2	1154,9	13,5	19
35	4	32,5	150,0	15,5	1033,3	15,5	10

Примечание: среднесуточный прирост – 4,98 мг.

Установлено, что наибольшие изменения в интенсивности питания личинок, а также резкое увеличение общего индекса наполнения происходит с 7-х по 9-е сутки выращивания. Но в распресненной воде личинки растут и питаются намного интенсивнее. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что темп роста и основные характеристики питания личинок пиленгаса выше в воде с изменяющимся солевым режимом. Среднесуточный прирост в воде 18 ‰ составил 3,01 мг, а в распресненной воде – 4,98 мг.

Выводы

1. Свет имеет для личинок сигнальное значение и влияет на осуществление вертикальных суточных миграций личинок и молоди за кормом.
2. Молодь пиленгаса уже на ранних стадиях развития способна адаптироваться к распресненной воде. Темп роста как личинок, так и мальков увеличивается со снижением солености, т.к. в распресненной воде можно создавать большее видовое разнообразие живых кормов.
3. Темп роста и выживаемость личинок пиленгаса, выращиваемых в искусственных условиях, возможно изменять путем управления их метаморфозом с помощью абиотических факторов: увеличивая интенсивность освещения и длительность светового режима, а также изменяя режим солености водной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Булли Л.И., Куликова Н.И. Адаптивные возможности личинок пиленгаса *Liza haematocheila* (Mugilidae, Mugiliformes) при снижении солености среды // Вопросы ихтиологии. 2006. Вып. 46. № 4. С. 525–535.
- Микулин А.Е. Функциональное значение пигментов и пигментации в онтогенезе рыб. М.: Изд-во ВНИРО, 2001. 231 с.
- Новоселова Н.В., Туркулова В.Н. Питание личинок пиленгаса, выращиваемых при различных абиотических факторах среды // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России: сб. науч.-практ. конф. Краснодар, 2001. С. 84–86.
- Новоселова Н.В., Туркулова В.Н. Некоторые особенности питания пиленгаса (*Liza haematocheilus* Temminck, Schlegel, 1845) при выращивании в искусственных условиях // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: мат-лы науч. конф. Ростов н/Д. 28.09–02.10.2015. ФБГНУ «АзНИИРХ». Ростов н/Д, 2015. С. 123–126.
- Туркулова В.Н., Новоселова Н.В. *Mugil soiyu* Basilewsky, 1855 = *Liza haematocheilus* (Temminck et Schlegel, 1845) в качестве объекта пастбищной аквакультуры в замкнутых водоемах Присивашья // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: мат-лы науч. конф. Ростов н/Д. 28.09–02.10.2015. ФБГНУ «АзНИИРХ». Ростов н/Д, 2015. С. 182–185.
- Holliday F.G.T., Jones M.P. Osmotic regulation in the embryo of the herring (*Clupea harengus*). // Mar. Biol. Ass. U.K., 1965. V. 45. No. 2. P. 505–511.
- Holliday F.G.T., Jones M.P. Some effects of salinity on the developing eggs and larvae of the plaice (*Pleuronectes platessa*) // Mar. Biol. Ass. U.K., 1967. V. 4–7. No. 1. P. 59–4-8.

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОДУКЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОМЫСЛОВЫХ МОЛЛЮСКОВ ГЕНЕТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ И ОПТИМИЗАЦИЕЙ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина

Институт морских биологических исследований РАН, г. Севастополь
maricultura@mail.ru

В настоящее время, когда разработаны биотехники полноциклического выращивания промысловых моллюсков и происходит их разведение во многих странах, главной целью является их генетическое улучшение, направленное на увеличение продукционных характеристик и в первую очередь темпа роста и выживаемости. Это может быть достигнуто проведением определенных типов скрещивания, отбором и оптимизацией условий культивирования.

В пользу возможности проведения селекции с мидией *Mytilus galloprovincialis* и устрицами *Crassostrea gigas*, *Ostrea edulis* можно назвать несколько аргументов: они обладают широким спектром генетической изменчивости; их генетическое разнообразие отражает действие естественного отбора. Плодовитость мидий и устриц очень велика, что дает возможность получать большое количество потомков при индивидуальных скрещиваниях. Плодовитость самки мидии длиной раковины 55 мм достигает 2 млн яйцеклеток [Холодов и др., 2017]; плодовитость гигантской устрицы высотой раковины 80 мм – более 7 млн яйцеклеток [Раков, 1984]; черноморской устрицы – более 1 млн личинок [Холодов и др., 2017]. Внешнее оплодотворение у мидий и гигантской устрицы позволяет заранее планировать схемы скрещиваний.

Хозяйственно-ценные признаки, такие как темп роста, отношение массы тела к длине раковины, устойчивость к заболеваниям – положительно коррелируют с общим уровнем генетической вариабельности. На примере мидии *Mytilus edulis* и американской устрицы *Crassostrea virginica* была установлена прямая связь между уровнем гетерозиготности и темпом роста [Singh, Zouros, 1984; Gentili, Beaumont, 1988].

Для разработки принципов подбора производителей и получения молоди мидий в питомнике ИМБИ были проведены разные типы скрещиваний (групповые, индивидуальные и самооплодотворение) моллюсков с разной окраской раковины. Наибольшие показатели скорости роста и выживаемости на личиночных стадиях отмечены у потомков, полученных в результате групповых скрещиваний мидий с темно-синей раковинной. Более низкие значения – в групповых скрещиваниях коричневых особей. В индивидуальных скрещиваниях наблюдался значительный разброс этих показателей, что свидетельствует о высокой вариабельности генетического разнообразия отдельных пар производителей.

Мидии и устрицы обладают такой чертой репродуктивной стратегии, как гермафродитизм, что дает возможность в течение нескольких лет вывести инбредные линии для получения гетерозисных потомков с высоким темпом роста и выживаемостью. Доля гермафродитных особей с одновременным созреванием женских и мужских половых клеток (синхронные гермафродиты) в скальных поселениях мидий бухты Ласпи (ЮБК) и на коллекторах мидийной фермы в разные сезоны размножения составила от 1 до 2 %.

При выведении чистых линий мидий (в результате самооплодотворения гермафродита) инбредная депрессия проявилась в низком темпе роста личинок на стадии велигера, морфологических нарушениях (аномальная раковина и недоразвитый вельюм) и низком уровне выживаемости на всех личиночных стадиях, по сравнению с аутбредными скрещиваниями.

При выращивании гигантской устрицы в питомниках существует проблема сохранения генетического разнообразия. Поэтому при подборе маточного стада и проведении скрещиваний необходимо придерживаться следующих принципов:

- Производители должны быть отобраны из различных поселений, географически удаленных популяций или из разных марихозяйств.
- Численность производителей должна составлять от 50 до 100 особей.
- Отбор производителей необходимо проводить по внешним признакам: форме и целостности раковины, наличию ростового края.
- Производители должны быть разновозрастными: от 1 до 4 лет, по причине инверсии пола у гигантской устрицы: в младших возрастных группах преобладают самцы, а в старших – самки. Инверсия пола (мужского в женский) происходит в период между двумя нерестами.

- При проведении групповых скрещиваний количество самцов должно превышать количество самок при равном количестве половых продуктов от каждого производителя.
- Не проводить близкородственных скрещиваний, например, родителей с потомками, что приводит к низкой выживаемости на личиночных стадиях. При инбридинге – скрещивании близкородственных особей, генетическое разнообразие снижается.

Однако применение инбридинга при выведении чистых линий является общим приемом селекции для улучшения пород. В питомнике ИМБИ для получения гетерозисных потомков в качестве производителей были использованы генетически дифференцированные устрицы: атлантической и черноморской когорты. Чёрноморская когорта инбредных устриц была получена в результате многолетнего искусственного отбора и близкородственных скрещиваний в течение пяти лет. Гетерозисные личинки по темпу роста и выживаемости значительно превосходили таковых от других скрещиваний.

Аналогичные результаты были получены нами при групповом скрещивании гигантских устриц, отобранных из природной популяции Японского моря (тихоокеанская когорта, возраст 1 год) и атлантической когорты устриц, полученных в питомнике на побережье Испании и выращенных до трехлетнего возраста в Чёрном море. Среднесуточный прирост гибридных личинок на стадии велигера составил 8,2 мкм-сут.⁻¹, на стадиях великонхи и педивелигера, соответственно, 20,4 и 25,2 мкм-сут.⁻¹, что сопоставимо с темпом роста гетерозисных личинок. Через 4 месяца средняя высота раковин спата составила 46 мм, максимальная – 76,3 мм, а через 1,5 года большинство устриц достигло товарного размера. Гибридную силу личинок и спата гигантской устрицы можно объяснить тем, что у потомков, полученных в результате эколого-географического скрещивания, норма реакции на изменяющиеся условия среды расширяется до пределов исходных популяций.

Устрица *O. edulis* – исчезающий вид в Чёрном море, занесена в Красную книгу Крыма [Ревков, Пиркова, 2015]. Ее воспроизводство невозможно без генетического улучшения, которое может быть достигнуто:

- путем отбора вариант по количественным признакам, таким как темп роста и устойчивость к болезням;
- скрещиванием здоровых производителей, устойчивых к болезням;
- скрещиванием здоровых производителей, отобранных из географически удаленных популяций;
- выявлением влияния материнского эффекта на темп роста и выживаемость личинок черноморской устрицы в результате дублирующих скрещиваний.

Увеличение продукционных характеристик личинок и спата устриц зависит также и от состава и качества корма. Поэтому при составлении рационов для каждой стадии развития личинок, выращиваемых в питомнике ИМБИ, мы учитываем размер клеток микроводорослей, их концентрацию и биохимический состав (содержание белка, углеводов, липидов).

На стадии велигера корм личинок устриц состоял из монокультуры *Isochrysis galbana* концентрацией 50 тыс. кл.-мл⁻¹. Микроводоросль находилась в начале логарифмической фазы роста, с максимальным накоплением углеводов – до 28,4 %. Высокий темп роста личинок был отмечен в том случае, если их рацион состоял из водорослей, содержащих 90 % углеводов и 10 % белков [Perez-Camacho et al., 1998; Ладыгина, 2004]. Чем больше в клетках микроводорослей содержится легко мобилизуемых углеводов, тем легче они усваиваются личинками моллюсков [Gallager, Mann, 1996]. Максимальный среднесуточный прирост личинок устриц на стадии велигера составил 11,1 мкм-сут.⁻¹. Среднесуточный прирост велигеров значительно снижался при увеличении биомассы корма (при такой же концентрации), когда рацион состоял из *Is. galbana* + *Phaeodactylum tricorutum* или *Is. galbana* + *Tetraselmis suecica*. Биомасса увеличивалась за счет водорослей с крупными клетками: *Ph. tricorutum* (113 мкм³) и *T. suecica* (505,32 мкм³), которые плохо усваиваются личинками на ранних стадиях развития.

На стадии великонхи (7–16 сут.) в качестве корма использовали смесь микроводорослей: *I. galbana* + *Chaetoceros calcitrans* в соотношении клеток 1:1, при суммарной концентрации 100–150 тыс. кл.-мл⁻¹. Максимальный среднесуточный прирост личинок устриц составил 22,6 мкм-сут⁻¹. На этой стадии развития личинкам требуется более калорийная пища. Удельная калорийность биомассы водорослей возрастает в период накопления белков, когда микроводоросли находятся в конце логарифмической фазы роста. При полупроточном режиме культивирования максимальное количество белков у *I. galbana* и *C. calcitrans* составило 49,8 и 40,35 %, соответственно [Холодов и др., 2017]. На 14-й день выращивания личинок в состав корма добавляли еще *P. tricorutum* (максимальное содержание белка – 40,7 %) при суммарной концентрации 150 тыс. кл.-мл⁻¹ в соотношении 1: 1: 1. При таком рационе среднесуточный прирост личинок устриц на стадии великонхи был в 2 раза выше, чем на стадии велигера. При корме, обедненном белками, увеличивается потребление кислорода личинками и, как следствие, снижаются темп роста и выживаемость [Perez-Camacho et al., 1998].

На стадии педивелигера концентрацию водорослей увеличивали до 200 тыс. кл.-мл⁻¹. В состав корма входили микроводоросли *Rhodomonas salina* и *T. suecica* с высоким содержанием липидов и жирных кислот. Максимальное содержание липидов у *R. salina* и *T. suecica* составило 41 и 21 %, соответственно. Жирнокислотный состав микроводоросли *R. salina* представлен высоконенасыщенными кислотами – эйкозапентаеновой и эйко-

загексаеновой, содержание которых от 12 до 17 % [Tremblay et al., 2007]. При таком рационе среднесуточный прирост личинок составил 25,2 мкм/сут., а выживаемость – до 100 %. Количество липидов, потребленных личинками, служит индикатором их физиологического состояния. Жирные кислоты, аккумулированные во время личиночного развития, обеспечивают энергией весь процесс метаморфоза и оседания личинок устриц [Gallage, Mann, 1996]. При подрачивании спата устриц в качестве корма используем те же микроводоросли, что и при выращивании личинок. Рацион спата состоит из водорослей, содержащих до 70 % липидов и 30 % – другие кормовые водоросли.

Высокая выживаемость и темп роста промысловых двустворчатых моллюсков на разных стадиях онтогенеза указывает на генетическое разнообразие и генетическое улучшение этих признаков. Получение генетически улучшенных моллюсков для конхиокультуры России потребует создание большего количества питомников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ладыгина Л.В. Биохимическая характеристика микроводорослей – кормовых объектов двустворчатых моллюсков // Рыбное хозяйство Украины. 2004. № 7: Специальный выпуск. С. 97–100.

Раков В.А. Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg) в заливе Петра Великого: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: Изд-во Академии наук СССР, Дальневосточный научный центр, ТИНРО, 1984. 24 с.

Ревков Н.К., Пиркова А.В. Устрица европейская // Красная книга Республики Крым. Животные / отв. ред. д.б.н., проф. С.П. Иванов и к.б.н. А.В. Фатерыга. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ»», 2015. С. 38 (с. 440).

Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море. 2-е изд., доп. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. 508 с.

Gallager S.M., Mann R. Growth and survival of *Mercenaria mercenaria* (L.) and *Crassostrea virginica* (Gmelin) relative to broodstock conditioning and lipid content of eggs // Aquaculture. 1996. V. 56. P. 105–121.

Gentili H.R., Beaumont A.R. Environmental stress, heterozygosity, and growth rate in *Mytilus edulis* L. // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1988. V. 120. P. 145–154.

Perez-Camancho A., Albentosa M., Fernandez-Reiriz M. Effect of microalgal and inert (cornmeal and cornstarch) diet on growth performance and biochemical composition of *Ruditapes decussatus* seed // Aquaculture. 1998. V. 160. № 1–2. P. 89–102.

Singh S.M., Zouros E. Genetic variation associated with growth rate in the American oyster (*Crassostrea virginica*) // Evolution. 1984. V. 32. P. 324–353.

Tremblay R., Cartier S., Miner P., Pernet F., Quéré C., Moal J., Muzellec M., Mazuret M., Samain J. Effect of *Rhodomonas salina* addition to a standard hatchery diet during the early ontogeny of the scallop *Pecten maximus* // Aquaculture. 2007. V. 262. № 2–4. P. 410–418.

ЖИЗНЕСТОЙКОСТЬ ЭМБРИОНОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ СКРЕЩИВАНИИ КАРПА РАЗНЫХ ПОРОД

Г.И. Пронина, А.Б. Петрушин

Всероссийский НИИ ирригационного рыбоводства, Московская область

Снижение затрат при выращивании товарной рыбы обеспечивает промышленное скрещивание, при котором увеличивается скорость роста гибридов и снижаются затраты корма за счет проявления эффекта гетерозиса. Однако не любые варианты скрещивания дают положительный эффект гетерозиса. Могут получаться гибриды с ухудшенными продуктивными качествами по сравнению с исходными формами. Работающих механизмов прогнозирования гетерозиса пока не создано.

Для рыбоводных хозяйств, занимающихся воспроизводством, считалось обязательным иметь в наличии минимум две линии или отводки либо две неродственные группы (породы). Установлено, что кросс, полученный от скрещивания производителей анишской зеркальной и чувашской чешуйчатой пород карпа в условиях рыбоводных хозяйств «Карамышевский» и «Киря», по некоторым признакам и свойствам превосходит родительские формы, т.е. отмечен эффект гетерозиса по интенсивности роста и выживаемости молоди в прудах [Власов, Маслова, 2015].

Рамчато-ропшинские помеси более устойчивы к кислородному голоданию, чем их исходные формы [Алексеев, 1981]. Украинские помеси получены в результате скрещивания самок украинской рамчатой породы с самцами ропшинского карпа, обладают высоким темпом роста в связи с гетерозисным эффектом. По содержанию гемоглобина, количеству эритроцитов и лейкоцитов в периферической крови различий между помесью и исходными формами не наблюдалось. Отмечены возрастные изменения данных показателей и их зависимость от температуры водной среды.

На одном из этапов селекции карпа украинских пород любеньского внутривидового типа широко применялось получение и выращивание помесей карпа. Оценка рыбы во время облова прудов показала, что помесные карпы превосходят контрольных малочешуйчатых карпов по комплексу признаков. Преимущество помесей карпов сохранялось как по средней массе (7,1 %), так и по рыбопродуктивности (13,1 %) при меньших затратах корма на 0,54 кг. После совместной зимовки выход помесных форм был выше на 21,2 % при меньшей потере массы на 4,3 % по сравнению с малочешуйчатыми. Помесные двухлетки карпа по всем учтенным рыбохозяйственным показателям значительно превзошли малочешуйчатых и существенно не отличались от гибридов карпа и сазана. Кроме того, они оказались более устойчивыми к микроспоридиозу и бранхиомикозу. Самая высокая рыбопродуктивность была получена за счет помесных карпов при наименьших затратах корма. За счет гетерозисного эффекта их продуктивность была выше на 58,1–63,8 % по сравнению с малочешуйчатыми [Томиленко, Сярый, 1989].

Проведенные исследования по оценке результатов скрещивания генетически разнородных линий или пород карпа в рыбоводных хозяйствах 2-й и 5-й зон рыбоводства показали, что эффект гетерозиса, проявляющийся в интенсивном росте и усиленных процессах метаболизма, у различных кроссов выражен по-разному. Так, кросс Петровский (гибрид чувашской чешуйчатой и анишской зеркальной пород) опережает по массе другие кроссы, у него происходит интенсивный лейкопоэз и высокая активность щелочной фосфатазы. Ангелинский кросс (гибрид ангелинской зеркальной и ангелинской чешуйчатой краснухостойчивых пород) характеризуется оптимальным значением потенциала фагоцитарной активности (по цитохимическому коэффициенту содержания катионного белка в лизосомах нейтрофилов периферической крови) и значительной активностью аланинаминотрансферазы сыворотки крови [Пронина, 2011].

Цель настоящей работы – оценить жизнестойкость эмбриональной стадии потомства карпа при разных вариантах скрещивания.

Материалы и методы. Исходными породами для скрещивания служили: 1) анишская зеркальная порода; 2) чувашская чешуйчатая порода; 3) ангелинская зеркальная порода.

Анишская зеркальная и чувашская чешуйчатая породы получены путем селекции на продуктивный рост. Характерной особенностью ангелинской породы карпа является высокая иммунная устойчивость к возбудителям краснухи: аэромонадам, псевдомонадам, вирусу весенней виiremии карпа (ВВГ). Порода формировалась путем длительной селекции с помощью отбора на провокационном фоне (авторы: Ю.И. Илясов, В.С. Кирпичников, Л.А. Шарт, Г.Ф. Тихонов). Селекция проводилась без применения лечебных препаратов с полной выбраковкой больных и переболевших рыб. В результате удалось значительно повысить резистентность данной породы карпа [Кирпичников, 1987; Илясов, 2002]. Эффективность селекции была доказана в лабораторных условиях путем заражения возбудителями краснухи карпа и подтверждена в полевых условиях Краснодарского края.

Выявлены особенности молоди ангелинских краснухостойчивых карпов, наиболее выражены они у годовиков: несколько позже у них происходит весенняя активация эритропоэза, меньшая доля нейтрофилов и большая – моноцитов в лейкограмме. Для молоди ангелинских карпов характерны невысокие значения СЦК катионного лизосомального белка нейтрофилов (кислороднезависимые механизмы фагоцитоза) и высокий уровень кислородзависимых факторов, выявляемых в спонтанном НСТ-тесте. Для ангелинских карпов характерен высокий уровень белкового обмена, судя по показателям активности АСТ. Это согласуется с полученными нами ранее данными других возрастных категорий этих рыб [Пронина и др., 2015].

Производители краснухостойчивых карпов, в отличие от восприимчивых к краснухе рыб, обладают более высоким уровнем белкового и углеводного метаболизма, судя по активности ферментов (аспартатаминотрансферазы, креатинкиназы), содержанию альбумина, лактата и мочевины. У ангелинских карпов интенсивнее происходит гемопоэз. В лейкограмме этих рыб больше доля нейтрофилов, особенно зрелых сегментоядерных форм [Пронина, 2017].

Выживаемость икры определяли по проценту живых эмбрионов в чашках Петри и аппаратах Вейса.

Результаты исследования. Как показали результаты исследования, наилучшими по выживаемости икры в чашках Петри оказались межпородные гибриды с ангелинскими зеркальными производителями (табл. 1). В аппаратах Вейса наблюдался низкий процент отхода икры экспериментального кросса Порецкий в сравнении с нормативными данными (табл. 2).

Таблица 1

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЭМБРИОНОВ КАРПА В ЧАШКАХ ПЕТРИ, %

Время экспозиции	1	2	3	4	5
Через 6 часов	100				
Через 14 часов	99,1	89,5	94,1	73,5	94,3
Через сутки	87,0	88,4	93,6	68,5	85,2
На 2-е сутки	78,4	86,4	84,1	61,2	84,4

Примечания: 1 – анишская зеркальная самка × анишский зеркальный самец; 2 и 3 – анишская зеркальная самка × ангелинский зеркальный самец (кросс Порецкий); 4 – анишская зеркальная самка × чувашский чешуйчатый самец; 5 – ангелинская зеркальная самка × ангелинский зеркальный самец.

Таблица 2

ДОЛЯ ПОГИБШЕЙ ИКРЫ В АППАРАТАХ ВЕЙСА, %

Время инкубации	Анишская зеркальная самка × ангелинский зеркальный самец	Ангелинская зеркальная самка × анишский зеркальный самец
6 часов	2,9 ± 0,8	1,3 ± 0,5
36 часов	29,2 ± 3,6	21,4 ± 1,8

Вероятно, сказывается многолетний инбридинг в чистых популяциях чувашского карпа. В результате скрещивания пород местного анишского зеркального карпа и южного краснодарского карпа ангелинской породы проявился эффект гетерозиса.

Кроме того, на выживаемости эмбрионов сказались иммунные качества ангелинской породы.

Этот новый товарный кросс карпа Порецкий, полученный в результате скрещивания самок анишской зеркальной породы и самцов иммуноустойчивых рыб ангелинской зеркальной породы, внедрен в рыбноводном хозяйстве ООО «Киря». Кросс отличается высокими продуктивными качествами. Выход годовика в 2017 г. составил 385 кг/га, что на 90 кг/га выше контроля. Было посажено 1,5 млн личинок, выловлено в мае 150 тыс. голов – 4999 кг. Средняя масса годовика 33,3 г. Площадь пруда 13 га. В сравнении с контрольным прудом площадью 10,5 га, где было выловлено 3101 кг годовика, – 295 кг/га. Посажено было 1 млн личинок, выловлено в мае 150 тыс. голов. Средняя масса рыб 20,6 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеенко А.А. Некоторые эколого-физиологические особенности украинских рамчато-ропшинских помесных карпов и их исходных форм // Рыбное хозяйство. Киев: Урожай, 1981. Вып. 32. С. 3–8.
- Власов В.А., Маслова Н.И. Гетерозис в рыбноводстве // Известия ТСХА. 2015. Вып. 4. С. 82–93.
- Илясов Ю.И. Селекция рыб на повышение устойчивости к заболеваниям // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: сб. науч. тр. М.: Изд-во ВНИРО, 2002. Вып. 78. С. 125–134.
- Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. Л.: Наука, 1987. 520 с.
- Пронина Г.И. Сравнительная физиологическая оценка кроссов карпа разного происхождения // II съезд НАСЭЕ (Сети центров по аквакультуре в Центральной и Восточной Европе) и семинар о роли аквакультуры в развитии села. Кишинев: Pontos, 2011. С. 211–218.
- Пронина Г.И., Микряков Д.В., Силкина Н.И. Сравнительная физиолого-иммунологическая оценка различных кроссов карпа // Проблемы биологии продуктивных животных. 2015. № 2. С. 41–46.
- Томиленко В.Г., Сярый Б.Г. Селекция карпа украинских пород любеньского внутривидового типа // Селекция рыб: сб. ВАСХНИЛ. М.: Агропромиздат, 1989. С. 163–179.
- Pronina G.I. Physiological and immunological features of males and females of the immunologically resistant carp breed (*Cyprinus carpio* L.) // AACL Bioflux. 2017. Vol. 10. Iss. 2. P. 335–340.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ НЕРЕСТА И ИНКУБАЦИИ ИКРЫ СУДАКА *Sander lucioperca* В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В.А. Сергеева^{1,2}

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
akvabaza@yandex.ru

Полупроходной судак Азовского моря на протяжении всей истории рыболовства в бассейне являлся одним из основных объектов промысла, что неизменно вызывало к нему пристальное внимание. Объем его добычи составлял в разные годы от 38 до 52 % от общего вылова ценных видов рыб в Азовском море, а уловы в период естественного режима стока рек достигали 70 тыс. т. в год (1936–1937 гг.) при среднем годовом вылове 30–35 тыс. т. По данным БАО, в конце 1990-х гг. доля полупроходного судака, добываемого в Азовском море, составляла 17 % от общемирового улова этого вида и находилась на втором месте после Каспийского бассейна [Белоусов, 2004].

Величина промыслового запаса судака сократилась с 2000 г. более чем в 50 раз – с 18 тыс. т до 350 т. Критическое состояние популяции подтверждается и сокращением размерного и возрастного ряда судака. Наблюдения ученых показывают, что для эффективного пополнения запаса этого вида рыб необходимо 1245 т зрелого судака. Вместе с тем, по данным исследований, фактически эта величина в 4 раза меньше, вследствие чего нерестовый запас последние 8 лет ниже критического уровня. В сложившейся ситуации разработка биотехники формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада судака и решение проблемы получения жизнестойкой молоди имеет большой практический интерес.

Целью данных исследований явилась оценка возможностей воспроизводства судака, проведения нереста и инкубации икры в промышленных условиях.

Материалом исследований служили производители, отловленные в осенний период в Таганрогском заливе и дельте р. Дон, а также предличинки и личинки, полученные из икры, проинкубированной в искусственных условиях. Все работы проводились в условиях аквакомплекса ЮНЦ РАН на уникальной научной установке.

Таблица 1
МАССОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Самка, т (кг)	Самец, т (кг)
1260	1100
0,740	–

Для нереста выбрали двух самок и одного самца (табл. 1). Самки предварительно выдерживались в естественном термическом режиме в течение двух недель. Самец выдерживался отдельно в УЗВ. Гипофизарную инъекцию проводили однократно из расчета 3 мг/кг для самок и 2 мг/кг для самца. Использовали гипофиз сазана.

Половые продукты у судака получали методом сцезивания. Инкубацию проводили в аппарате Вейса. Всего в аппарат было заложено 70 г икры. Общее время инкубации составило

5 суток. В течение этого времени икра в аппарате Вейса была профилактически обработана раствором фиолетового «К» из расчета 0,01 г/л во избежание вспышки сапролегнии. Оплодотворяемость составила 70 % от общего количества икры. Мертвые икринки из аппарата отбирались вручную.

Вылупление предличинок судака из икры было растянуто на двое суток. Средняя масса вылупившихся предличинок составила 1 мг, средняя длина 3,3 мм. Температура воды в УЗВ поддерживалась на уровне 22–24 °С.

Через 3 суток после рассасывания желточного мешка личинку начали кормить живым кормом науплии артемии *Artemia Salina*, норма кормления составила 4,5–5 %.

Через 12 суток средняя навеска личинки составляла 7 мг. В качестве корма начали добавлять личинку карася. Судака кормили через каждые 2 ч в светлое время суток. После последнего кормления проводили чистку рыбоводной емкости от остатков несъеденного корма. Личинку карася судак ел хорошо.

На 25-е сутки средняя навеска составила 15 мг. К личинке карася стали добавлять стартовый осетровый комбикорм Сорrens 0,3–0,5 мм, живой корм исключили полностью. Личинка захватывала частички корма только в толще воды, питалась очень плохо.

Именно при переходе на питание искусственным кормом наблюдалась значительная гибель личинок судака (до 90 %). Небольшие размеры рта и отсутствие функционально развитого пищевого тракта вызывают трудности в переводе судака на питание комбикормом. Также негативным фактором стало проявление высокой степени каннибализма.

При выращивании в условиях яркого дневного освещения личинки судака держались преимущественно в затемненной части емкости и собирались в небольшие скопления. Данная реакция, возможно, тоже снизила эффективность их питания.

Выживаемость ранней молоди от однодневных предличинок до массы 10 мг составила 70 %, до 15 мг – 55 %, до 20 мг – 10 %.

Судак является одним из наиболее сложных видов для разведения в промышленных условиях. Сложность перевода судака на искусственные корма значительно влияет на возможность его выращивания в контролируемых условиях. Следовательно, исследования и разработка методов адаптации и получения жизнестойкой молоди судака являются актуальными.

Исследования выполнены на уникальной научной установке № 73602 с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов Южного научного центра РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белоусов А.Н. Проблемы искусственного воспроизводства рыб // Искусственное воспроизводство и охрана ценных видов рыб: мат-лы Всерос. совещ. М., 2001. С. 11–20.

Белоусов В.Н. История промысла судака Азовского моря // Известия вузов. СКНЦ ВШ. 2004. Естественные науки, приложение 5. С. 47–65.

Дельмухаметов А.Б., Пьянов Д.С., Хрусталева Е.И. Технология выращивания судака в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: сб. мат-лов Междунар. науч.-техн. конф. Воронеж: ВГУИТ, 2013. С. 632–637.

РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕЩА НА ПРОМЫСЛОВЫХ УЧАСТКАХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ в 2010–2012 гг.

А.В. Старцев^{1,2}, А.А. Корчунов¹, В.Г. Чипинов¹, С.С. Савицкая¹, Н.Ю. Грабчак²

¹ Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

² Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону
star847@mail.ru

Несмотря на общую тенденцию снижения вылова водных биологических объектов как в масштабе мирового промысла, так и российскими рыбаками, Волго-Каспийский район является важным рыбохозяйственным объектом Российской Федерации. В настоящее время в российской зоне Каспийского бассейна добывается более 40 тыс. т различных рыб [Иванов, Комарова, 2008; Балыкин, 2014; Матишов и др., 2015].

Промысел частиковых рыб в Волго-Каспийском регионе всегда занимал особое место в общей добыче водных биоресурсов. В настоящее время, когда полностью прекращен промысел осетровых, белорыбицы, до минимума снижен промысел проходных сельдей, запасы частиковых остаются достаточно стабильными и в некоторые годы имеют тенденцию к увеличению общего возможного вылова [Балыкин, 2010; Старцев и др., 2011а; 2011б].

По данным КаспНИРХа, в последнее десятилетие состояние запасов леща в Волго-Каспийском районе остается достаточно устойчивым. Начиная с 1990-х гг. лещ по объему вылова прочно удерживает первое место, составляя 30–33 % общего улова полупроходных и речных рыб [Сидорова, Левашина, 2008], поэтому изучение размерно-возрастных показателей леща на промысловых участках дельты Волги для оценки и эксплуатации промысловых запасов ценной рыбы остается по-прежнему актуальным.

Материалы и методы. Сбор ихтиологического материала был осуществлен в 2010–2012 гг. из промысловых уловов на рыбоприемных пунктах ассоциации «Каспрыба» и рыбообрабатывающего цеха на ЧП «Овчаров». Ихтиологические измерения проводили стандартным способом [Правдин, 1966], возраст леща определяли по чешуе. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1

РАЗМЕРНО-МАССОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОЛЖСКО-КАСПИЙСКОГО ЛЕЩА

Приемный пункт	Длина АД, промысловая (см)		Масса, полная (г)		№ (экз.)
	Пределы колебаний	Ср. знач.	Пределы колебаний	Ср. знач.	
2010 г. (осень)					
10-я Огневка	20–33	27,8	180–804	443	99
12-я Огневка	24–41	29,7	296–1460	541	97
17-я Огневка	24–46	29,9	264–1500	564	71
Западный участок Главный банк (итого)	20–46	29,3	180–1500	523	267
Карайский банк	26–43	31,3	400–1485	701	
Никитский банк	25–44	32,4	299–1516	704	
Центральный участок (итого)	25–44	31,9	229–1516	702	
Восточный участок, Иголкинский банк (итого)	22–45	29,3	107–1735	563	
2011 г. (весна)					
12-я Огневка	22–34	26,2	217–756	380,3	83
17-я Огневка	25–44	32,7	291–1794	716,3	
Главный банк (итого)	22–44	29,4	217–1794	545,2	
Кировский (речная, Колочный)	26–46	35,0	310–2100	895,5	20
Кировский банк (морская приемка)	24–46	29,74	220–1950	296,3	100
Центральный участок (итого)	24–26	30,6	220–2100	623,6	
Восточный участок, Иголкинский банк (итого)	19–35	26,8	160–800	391,7	83
2011 г. (осень)					
Западный участок	21–43	28,5	186–1562	474,0	157
Центральный участок	26–46	30,4	450–2000	725,2	48
2012 г. (весна)					
10-я Огневка	24–35	27,3	121–823	401	60
17-я Огневка	19–43	28,0	127–1542	441	563
Западный участок Главный банк	19–43	27,9	121–1542	437	623

Результаты измерений в 2010 г. Наибольшие уловы леща традиционно наблюдаются на промысловых участках Главного (западный участок) и Белинского (центральный участок) банков. Основная масса леща добывается в водотоках дельты – 62 % и в авандельте – 33,5 %. В морской зоне вылов леща невелик – 4,3 % [Сидорова, Левашина, 2008].

По нашим данным, промысловый запас леща в Волго-Каспийском районе осенью 2010 г. состоял из лещей в возрасте от 2+ до 12+. Основной костяк промыслового стада составили особи от 5 до 9 лет, средний возраст составил 7,4 лет.

Длина выловленных рыб осенью 2010 г. варьировала в пределах 20–46 см, средняя длина 30,3 см. Основную часть промыслового стада составляли особи 25–33 см. Масса пойманной рыбы была равна 0,107–1,735 кг, средняя масса – 595 г.

Коэффициент общей смертности леща, рассчитанный как тангенс угла наклона правой части кривой возрастного состава [Рикер, 1979], в период осенней путины составил 0,336, что оказалось близким к коэффициенту естественной смертности – 0,332.

Таким образом, можно сделать вывод, что запасы леща эксплуатируются с малой степенью интенсивности.

На западном участке (Главный банк), исходя из полученных результатов, установлено, что на мористых акваториях (приемный пункт – 17-я и 12-я Огневки) лещ был крупнее (средние значения длины 29,9 и 29,7 см, массы – 564 и 541 г соответственно), чем в уловах, зафиксированных на речной приемке 10-я Огневка (средние значения длины 27,8 см, массы – 443 г).

На центральном участке (Карайский и Никитский банки) линейные размеры леща варьировали в пределах 25–44 см, средняя длина – 31,9 см, а величины массы – от 229 до 1516 г, средняя масса 702 г. Зафиксированная длина леща на подконтрольных приемках Никитского банка была выше, чем на аналогичных участках Кировского банка (средние значения длины 32,4 и 31,3 соответственно), а средние значения массы были почти равными (704 и 701 г соответственно).

На восточном участке (Иголкинский банк) линейные размеры леща варьировали от 25 до 45 см, средняя длина – 29,3 см. Показатели массы изменялись в пределах 107–1735 г, средняя масса – 563 г.

В целом, по оценке средних значений длины и массы, наиболее крупный лещ был отмечен на центральном участке на приемке Никитинского банка – 31,9 см и 702 г соответственно. Наиболее мелкого леща вылавливали на западном участке (на приемке 10-я Огневка, речная акватория Главного банка).

Результаты измерений в 2011 г. Максимальные уловы леща в Волго-Каспийском районе (65–75 %) отмечены в весеннюю путину. Как было отмечено выше, основными поставщиками леща являются речные участки Главного (западный) и Белинского, Никитского, Кировского (центральный) банков. Тем не менее в весеннюю путину 2011 г. лещ в больших количествах присутствовал на всех промысловых участках дельты Волги, составляя 37 % от общего вылова рыб. В весеннюю путину нередко рыбокомбинаты останавливали прием сырца из-за большого объема поступающего от рыбаков леща.

Весной 2011 г. возрастной состав промысловой части популяции волжско-каспийского леща практически оставался на прежнем уровне. В уловах наблюдались особи от 4- до 11-годовых, с преобладанием рыб 6–7-годовалого возраста, средний возраст составил 8,2 года. Нетрудно просчитать, что промысловое стадо этого вида в основном пополнялось урожайными поколениями 2003, 2004 и 2005 гг.

По данным исследователей ЮНЦ РАН, в дельте встречаются и более возрастные лещи. Так, в период наблюдений с 2008 по 2012 г. у нескольких особей число годовых колец превышало 14.

Полученные нами значения существенно превосходят показатели, приводимые в литературе [Сидоров, Левашина, 2008]. В данной публикации указывается, что средний возраст леща в весенний период 2002–2007 гг. составлял 4,5–5,1 лет.

В весеннюю путину 2011 г. лов леща проводился на всех участках Волго-Каспийского промыслового района. В целом на приемных пунктах длина выловленных рыб варьировала в пределах 19–46 см, средняя длина составила 29,1 см. Масса пойманной рыбы была равна 0,16–2,10 кг, средняя масса 0,53 кг. Большая часть улова (87,2 %) была представлена особями длиной 23–34 см.

Как правило, в период весенней путины облавливаются крупный лещ, хотя не всегда средние значения длины и массы подтверждают этот факт. Весной облавливаются большей частью половозрелые рыбы, в то время как осенью в реке и авандельте встречается большое количество неполовозрелых особей. Наиболее крупный лещ облавливался на мористых акваториях западного и центрального участков дельты.

В осеннюю путину 2011 г. исследования были проведены на западном и центральном участках дельты. В центральном участке средние показатели длины и массы были выше, чем на приемках западного.

Результаты измерений в 2012 г. Весной 2012 г. исследования линейно-массового состава промысловых рыб Волго-Каспийского района были проведены только на западном участке дельты на приемных пунктах 10-я и 17-я Огневки.

В целом на участке промысел леща в весеннюю путину 2012 г. базировался на вылове 5-, 6-, 7-годовых. Длина рыбы варьировала в пределах 19–43 см, средняя длина – 27,9 см. Масса рыбы была равна 0,121–1,542 кг, средняя масса – 0,437 кг. Большая часть улова (80 %) была представлена особями массой 0,3–0,7 кг и длиной 24–30 см.

На мористой акватории (приемка 17-я Огневка) облавливаемый лещ имел более широкий диапазон линейных и весовых параметров. Здесь средние величины длины и массы были выше, чем аналогичные показатели, полученные на речном участке 10-я Огневка.

В целом на западном участке в уловах преобладали самки, большая половина которых уже отнерестились, часть особей (25,1 %) была с текучими гонадами и часть (16,2 %) была готова вступить в нерест и имела зрелые гонады. Значительная доля самцов имела гонады на стадии роста и созревания – 27,3 %, зрелые – 17,3 %, текучие – 34,5 % и завершившие нерест – 20,9 %.

По сообщениям КаспНИИРХА [<http://liman.astrobl.ru>], после 2012 г. промысловый запас леща снизился и в 2014 г. находился на невысоком уровне (47,0 тыс. т). В 2014 г. промысел леща в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах базировался на вылове низкоурожайных поколений 2008, 2009 и 2010 гг., возрастом от пяти до семи лет (4+, 5+ и 6+), численность которых по убыли от лова изменялась в пределах 21,1–23,7 млн экз.

В настоящее время в Волго-Каспийском (Астраханская область) рыбохозяйственном подрайоне нерестовая часть популяции леща состоит из рыб возрастом от 2 до 9 лет, основу современного вылова составляют две возрастные группы – 4- и 5-годовики (79,6 %) поколений 2010, 2009 гг. Вылов других возрастных групп невысок. Изменяемая длина леща колебалась в пределах 18–42 см, наибольшую долю вылова составил лещ длиной 24–25 см (30,1 %) и 26–27 см (29,3 %). Средняя длина составила 26,1 см, средняя масса – 0,411 кг, средний возраст – 4,5 года.

Таким образом, за последние 4–5 лет в популяции волжско-каспийского леща наблюдаются признаки омоложения, что явно ухудшает состояние промыслового запаса, который в 2016 г. в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах в основной массе формировался малочисленными поколениями 2010, 2011, 2012 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балыкин П.А. Весенний промысел на Нижней Волге и размерно-возрастной состав уловов воблы и леща // Рыбное хозяйство. 2010. № 3. С. 65–67.

Балыкин П.А. Водные биоресурсы Азово-Чёрноморского бассейна, их использование и изучение // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2014. № 8. С. 16–25.

Иванов В.П., Комарова Г.В. Рыбы Каспийского моря. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2008. 224 с.

Матишов Г.Г., Балыкин П.А., Гераскин П.П. и др. Результаты ихтиологических исследований на Нижней Волге. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2015. 72 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть, 1966. 375 с.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. М.: Пищ. пром-ть, 1979. 408 с.

Сидорова М.А., Левашина Н.В. Динамика численности поколений, качественная структура популяции северо-каспийского леща // Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Астрахань: КаспНИИРХ, 2008. С. 143–148.

URL: <http://liman.astrobl.ru/sites/default/files/uploads/files/ulov2016.doc> (дата обращения: 03.09.2016).

СОСТОЯНИЕ ПРОДУКЦИОННЫХ СТАД ОСЕТРОВЫХ РЫБ НА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.В. Судакова, Л.М. Васильева

Научно-образовательный центр «Осетроводство»
Астраханского государственного университета, г. Астрахань
bios94@mail.ru

В последние годы традиционная технология искусственного воспроизводства, рассчитанная на компенсацию потери природных нерестилищ рыб из-за гидростроительства, терпит неудачи в связи с отсутствием в природе зрелых производителей рыб. В связи с этим в настоящее время проводятся работы по формированию и эксплуатации маточных стад осетровых рыб на заводах по искусственному воспроизводству. На шести осетровых рыболовных заводах (ОРЗ) по искусственному воспроизводству в Астраханской области сформированы продукционные стада, которые в последние годы активно используются в рыболовных процессах.

Формирование продукционных стад на ОРЗ началось с 1998–1999 гг., и проводилось оно двумя способами: domestикацией и выращиванием от икры до половозрелого состояния [Попова и др., 2006].

Работа выполнялась в 2015–2016 гг., собраны и проанализированы многолетние данные управления «Севкаспрыбвод» по выпуску молоди осетровых шестью ОРЗ Астраханской области [Васильева и др., 2015]. Объектами исследований явились самки и самцы белуги, русского осетра, севрюги и стерляди, содержащиеся в продукционных стадах и неоднократно созревшие в прудах. Анализировали видовой состав, численность и биомассу рыб в маточных стадах. Для оценки прогнозного количества молоди осетровых рыб, получаемой от собственных маточных стад, были использованы нормативные материалы [Приказ Минсельхоза РФ №25, 2015].

Проанализировав обеспеченность искусственного воспроизводства производителями осетровых, можно констатировать, что определилась тенденция возрастания роли продукционных стад по сравнению с производителями, заготавливаемыми в реке (рис. 1).

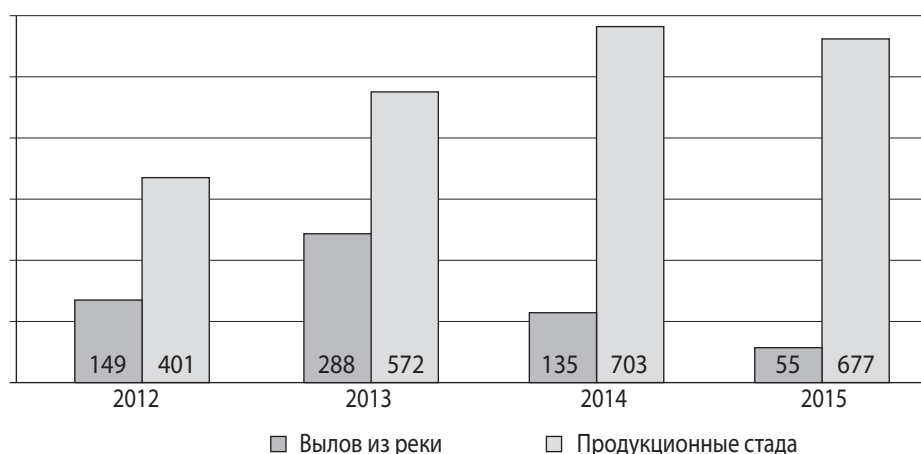


Рис. 1

Производители осетровых рыб различного происхождения, участвующие в рыбоводных процессах по искусственному воспроизводству в 2012–2015 гг. (экз.)

Доля численности диких производителей осетровых за 4 года сократилась с 288 до 55 экз., а использование рыб из продукционных стад возросло с 401 до 705 шт. При формировании продукционных стад осетровых рыб на всех шести заводах по искусственному воспроизводству используется метод domestикации самок и самцов природной генерации, позволяющий в короткие сроки создать стада производителей. В таблице 1 представлены данные о domestичированных стадах осетровых на рыбоводных заводах Астраханской области.

Таблица 1

СТРУКТУРА И ОБЪЕМЫ ДОМСТИЦИРОВАННОГО МАТОЧНОГО СТАДА НА ОРЗ

Вид	Период domestикации, годы	Численность стада, экз.	Общая биомасса, кг
Белуга	1999–2010	38	4313,1
Осетр русский	1998–2010	2766	62 722,1
Севрюга	2002–2010	46	312,3
Стерлядь	2002–2010	302	866
Итого		3152	68 213,5

Работы по domestикации начаты с русского осетра (1998 г.), на следующий год после положительных результатов проводилась адаптация белуги к искусственным условиям содержания, а к адаптации севрюги и стерляди приступили через 4 года – в 2002 г. [Попова и др., 2006]. Общая численность и биомасса осетровых рыб в продукционных стадах, содержащихся на рыбоводных заводах, из года в год возрастает, о чем свидетельствуют данные рисунка 2.

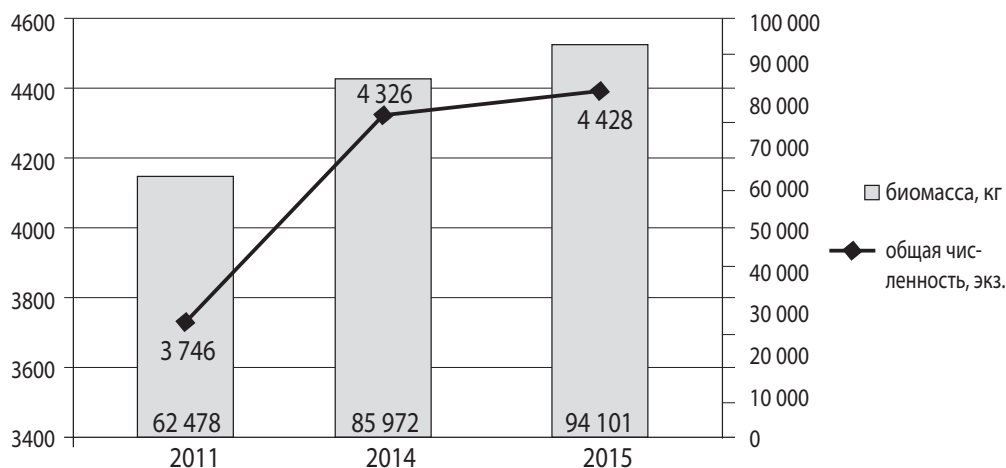


Рис. 2

Динамика численности и биомассы заводских продукционных стад осетровых рыб за последние годы

Общая численность и биомасса продукционных стад белуги, русского осетра, севрюги и стерляди, по данным осенней бонитировки 2016 г., представленным на рисунке 3, свидетельствуют о том, что в них преобладают доместичированные особи, их количество в 2,4 раза больше, а биомасса – в 2,6 раза больше, чем в РМС. В видовом отношении наибольшая доля приходится на русского осетра – 75 % численности и биомассы всех заводских стад, затем белуга – 23,5 %, севрюга и стерлядь – около 1 %.

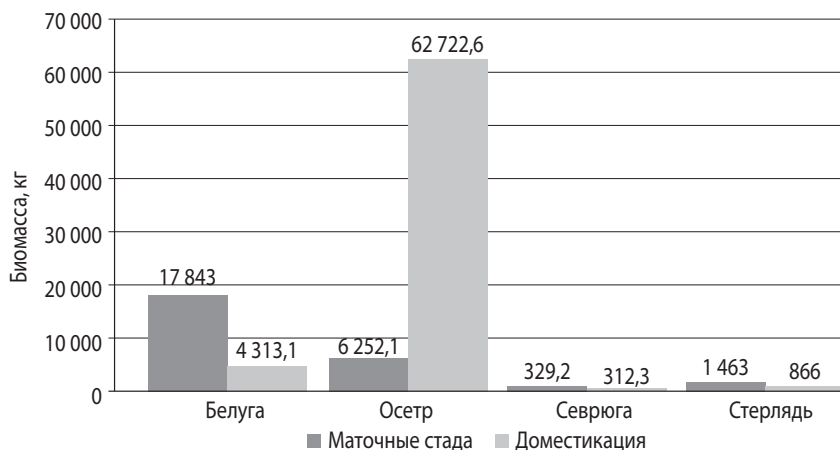


Рис. 3

Видовой состав заводских продукционных стад осетровых рыб

За прошедшие четыре года (2012–2015 гг.) в рыбоводных процессах по искусственному воспроизводству в Астраханской области из продукционных стад осетровых рыб участвовало 2243 производителя, из них 2001 экз., или 89,3 %, – доместичированные самки и 242 экз., или 10,7 %, – самки из РМС. Численность зрелых доместичированных производителей, адаптированных к содержанию в прудах и повторно созревших в них, за 4 года возросла с 333 до 597 экз., некоторые самки русского осетра созревали в неволе 5–7 раз, а белуги – 3–4 раза [Тяпугин и др., 2013]. Следует отметить, что количество производителей осетровых рыб, полученных и выращенных до половозрелого состояния в контролируемых условиях, каждый год возрастает, и они вовлекаются в рыбоводный процесс. Возможно, что через 4–6 лет такие особи будут преобладать в работе осетровых рыбоводных заводов по искусственному воспроизводству.

На основе полученных результатов и с учетом установленных межнерестовых циклов (для белуги – 3 года, для русского осетра – 2 года) [Тяпугин и др., 2013] был произведен просчет и составлен прогноз участия самок в рыбоводных процессах по искусственному воспроизводству в 2017, 2018 и 2019 гг. (табл. 2). Установлено, что всего в эти годы примут участие в этих процессах 4407 самок белуги и русского осетра, при этом в 2017 г. – 992 особи, в 2018 г. – 1437 экз. и в 2019 г. – 1988 производителей осетровых рыб.

**ПРОГНОЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ БЕЛУГИ И РУССКОГО ОСЕТРА,
ПОВТОРНО СОЗРЕВШИХ В ПРУДАХ, И КОЛИЧЕСТВО МОЛОДИ ОТ НИХ В 2017–2019 гг.**

Показатели	Белуга			Русский осетр		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Количество самок, шт.	6	23	16	986	1414	1972
Выпуск молоди, млн шт.	0,5	1,5	1	35,8	49,5	53

Исходя из рекомендаций (приказ Минсельхоза РФ № 25 от 30 января 2015 г.) по расходу производителей для выпуска 1 млн шт. молоди были произведены расчеты, которые показали, что всего за три планируемых года можно получить и вырастить 141,3 млн шт. молоди осетровых рыб, в том числе белуги – 3 млн шт., русского осетра – 138,3 млн шт. Эти приблизительные расчеты показывают, что объемы выпуска молоди только белуги и русского осетра от собственных продукционных стад из года в год будут возрастать.

Таким образом, проведенное исследование показало, что на шести осетровых рыболовных заводах по искусственному воспроизводству в Астраханской области за 17–19 лет сформированы продукционные стада белуги, русского осетра, севрюги и стерляди общей численностью 4428 особей и биомассой 94 101 кг. В стадах содержится до 65 % domesticированных самок осетровых рыб. Получены прогнозные показатели объемов выпуска молоди белуги и русского осетра, выращенных от производителей, повторно созревших через 2–3 года в заводских прудах ОРЗ. Расчетным путем установлено, что в ближайшие годы (2017–2019) количество молоди, выпускаемой в природные водоемы, может возрасти в 1,5–2 раза. Таким образом, при отсутствии производителей осетровых рыб природных популяций ОРЗ Астраханской области могут быть гарантированно обеспечены потомством осетровых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Васильева Л.М., Наумов В.В, Судакова Н.В. Особенности современного состояния искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне // Естественные науки. 2015. № 4 (53). С. 90–95.

Попова А.А., Шевченко В.Н., Пискунова Л.В. Научные основы формирования и эксплуатации маточных стад белуги и русского осетра на ОРЗ дельты Волги. Астрахань: КаспНИРХ, 2006. С. 214–222.

Приказ Минсельхоза РФ № 25 от 30 января 2015 г. «Об утверждении методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимых для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыболовных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)».

Тяпугин В.В., Юсупова А.З., Васильева Л.М. Межнерестовые периоды domesticированных самок белуги и русского осетра, содержащихся в садках товарного хозяйства ООО АРК «Белуга» в Астраханской области // Естественные науки. 2013. № 1 (42). С. 81–86.

ВЫРАЩИВАНИЕ ПИЛЕНГАСА В АКВАРИАЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ ЮНЦ РАН

Д.С. Тажбаева, М.В. Коваленко

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
akvabaza@yandex.ru

Дальневосточный пиленгас (кефаль) – ценная промысловая рыба прибрежных лиманов и эстуариев Приморья. Он приспособлен к обитанию как в пресных водах, так и в водах океанической солености – Японском и других дальневосточных морях [Матишов, Коваленко и др., 2016].

В аквариальном комплексе ЮНЦ РАН с 2015 г. проводятся исследования по адаптации и выращиванию пиленгаса Азовского бассейна в зарегулированных условиях на уникальной научной установке. В более раннем опыте [Матишов, Коваленко и др., 2016] пиленгаса удалось перевести на кормление влажными кормами на основе рыбного фарша. На данном этапе пиленгас полностью переведен на сухой гранулированный осетровый комбикорм. При изучении линейно-массовых показателей была получена положительная динамика роста пиленгаса в УЗВ. Каждые 30 суток производилась корректировка биомассы и длины. Начальная масса пиленгаса составляла $696,6 \pm 59,4$ г, за 6 месяцев исследования масса рыб увеличилась до $1250 \pm 68,1$ г. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА ПИЛЕНГАСА

Показатели	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Масса _{ср. нач.} , г	$696,6 \pm 59,4$	$752,8 \pm 69,1$	$855 \pm 76,4$	$1061,5 \pm 83,9$	$1100 \pm 86,5$	$1190 \pm 78,1$
Масса _{ср. кон.} , г	$752,8 \pm 69,1$	$855 \pm 76,4$	$1061,5 \pm 83,9$	$1100 \pm 86,5$	$1190 \pm 78,1$	$1250 \pm 68,1$
Абсолютный прирост, г	56,2	102,2	296,5	38,5	90	60
Среднесуточный прирост, г/сут.	1,87	3,4	9,88	1,28	3	2
Среднесуточная скорость роста, %	0,26	0,43	0,72	0,12	0,26	0,16
$L_{ср. нач.}$, см	$39,2 \pm 1,02$	$39,8 \pm 1,15$	$41,1 \pm 1$	$43,78 \pm 1,09$	$44,5 \pm 1,04$	$45 \pm 0,97$
$L_{ср. кон.}$, см	$39,8 \pm 1,15$	$41,1 \pm 1$	$43,78 \pm 1,09$	$44,5 \pm 1,04$	$45 \pm 0,97$	$45,73 \pm 0,92$
Коэффициент упитанности по Фультону, ед.	1,19	1,23	1,27	1,25	1,3	1,3
Выживаемость, %	96,9	87,5	92,8	90	95,6	95,4

При выращивании пиленгаса от массы $855 \pm 76,4$ до $1061,5 \pm 83,9$ г наблюдались максимальные показатели: среднесуточный прирост составил 9,88 г/сут, абсолютный прирост – 296,5 г. Средние приросты массы и других показателей пиленгаса отмечены на этапе выращивания от $752,8 \pm 69,1$ до $855 \pm 76,4$ г, а также от $1100 \pm 86,5$ до $1250 \pm 68,1$ г. Минимум роста пришелся на этап выращивания с $1061,5 \pm 83,9$ г до $1100 \pm 86,5$ г, где минимальная среднесуточная скорость роста составляла 0,12 %. Стоит отметить, что увеличение темпа роста прослеживается по всем возрастным группам. В Азово-Черноморском бассейне пиленгас сохраняет высокий линейный рост до шестилетнего возраста, и лишь потом наблюдается его снижение. Динамика изменения длины и массы рыб представлена на графике (рис. 1).

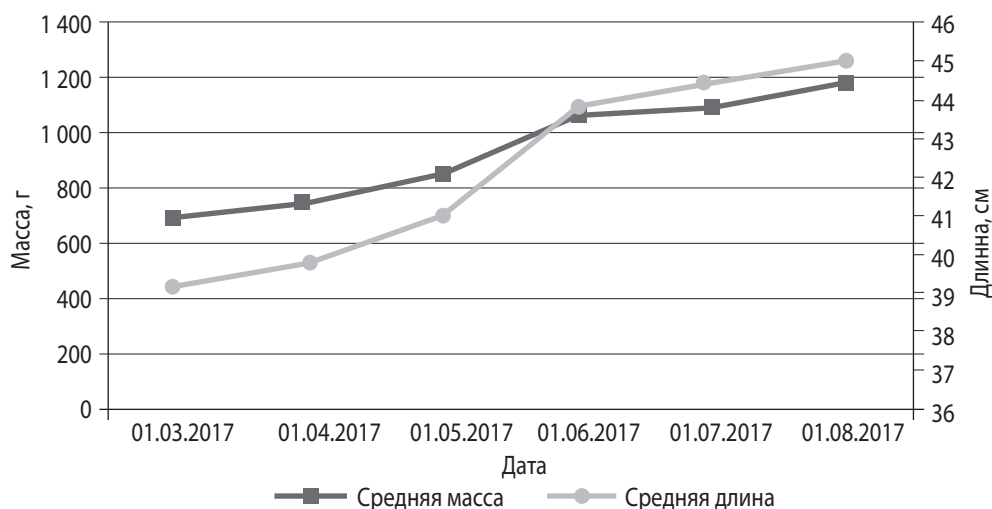


Рис. 1
Динамика роста
пиленгаса

Коэффициент упитанности по Фультону, так же как и все исследуемые показатели выращивания, менялся в пределах от 1,19 до 1,3.

В результате исследования роста пиленгаса пришли к выводу, что при кормлении гранулированным осетровым комбикормом пиленгас прибавляет в массе, становится более упитанным. Следовательно, необходимо продолжить кормить пиленгаса гранулированным осетровым кормом, поскольку он является высокоэнергетическим, сбалансированным, с высоким содержанием протеина.

Работы проведены в рамках проекта «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России» (соглашение № 14.607.21.0163 от 03.10.2016, уникальный идентификатор RFMEFI60716X0163).

Исследования выполнены на уникальной научной установке № 73602 с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов Южного научного центра РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Матишов Г.Г., Коваленко В.П. и др. Опыт выращивания пиленгаса Азовского моря в условиях аквакомплекса. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. 44 с.

КОРРЕКТИРОВКА МЕТОДИКИ КРИОКОНСЕРВАЦИИ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ НИЖНЕЙ ВОЛГИ ПРИ СОЗДАНИИ МАТОЧНОГО СТАДА

А.М. Тихомиров

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
tixomirov41@mail.ru

Волго-Каспийский бассейн всегда считали самым богатым водоемом по запасам и видовому разнообразию осетровых рыб. Россия была страной, где искусственному воспроизводству этих ценных видов придавали особое значение. В середине прошлого века здесь было построено 6 государственных рыбоводных осетровых заводов, назначением которых являлось поддержание численности чистых линий осетровых рыб, таких как белуга, русский осетр, севрюга. Заводы, построенные в Иране и Дагестане, также вносили свою лепту в процесс сохранения осетровых рыб на Каспии, однако их роль была значительно ниже.

После раздела Каспийского моря пополнение численности осетровых рыб в этом бассейне осуществляли в основном Россия и Иран. Остальные республики вылавливали осетровых рыб в море для коммерческих целей, что ранее было запрещено. Таким образом, Россия и Иран оказались единственными государствами, заботящимися о сохранении этого «голубого золота».

В 2009 г. было принято решение о создании российского маточного стада производителей осетровых рыб на базе имеющихся осетровых рыбоводных заводов в этом бассейне. Были предложены проекты по созданию специализированных заводов, предназначенных для накопления и содержания маточных стад белуги, русского осетра и севрюги, однако из-за высокой их стоимости было принято ошибочное решение о реализации данного проекта на имеющихся площадях рыбоводных заводов. При этом в расчет не брали ту особенность, что все имеющиеся водные площади этих предприятий предназначены лишь для кратковременного содержания посадочного материала. Это было первой ошибкой при решении данной проблемы.

Второй ошибкой явилось упразднение бригад заготовителей производителей, которыми располагал каждый завод. Обоснованием к этому явилась мнение чиновников, что эти бригады якобы являются расхитителями осетровых рыб, что равнозначно браконьерству. Однако забыли, что эти подразделения являлись основой выполнения задач по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Ведь от качества производителей, которых поставляли эти бригады на заводы, зависела успешная работа всего завода. В результате бригады заготовителей упразднили и создали одну при бассейновом управлении, назначение которой – снабжение всех заводов посадочным материалом. Упущено было главное, о качестве производителей в данном случае уже не заботились – что привезли, то и получи. Это сразу же сказалось на качестве продукции. Выполнение планов по воспроизводству осетровых рыб уже в первый год снизилось до 70 %.

Третья ошибка данного направления. В первые три года основные площади заводов были заполнены и дальнейшего пополнения производителей уже не производили. Таким образом, было нарушено основное правило искусственного воспроизводства – «вливание свежей крови» в популяцию. Это привело к существенному снижению генетического разнообразия получаемой молоди осетровых рыб на Нижней Волге.

В результате в 2017 г. качество половых продуктов (спермы) белуги и русского осетра значительно снизилось. Так, сперма русского осетра, которая ранее сохраняла свои качества в течение 3 суток при хранении при +4 °С, в этом году в специально разработанных установках сохраняла свои качества не более одних суток. Среднее время ее жизни составляло не более 12 минут (ранее 25–30 минут).

Криоконсервация предусматривает использование спермы рыб только высокого качества. Очевидно, что тот материал, который находится в настоящее время на рыбоводных осетровых заводах, по качеству не может быть использован в этом процессе. Из этого следует, что необходимы исследования, направленные на существенную корректировку методик и существующей технологии глубокой заморозки спермы осетровых рыб. Эти исследования, на наш взгляд, предусматривают следующие направления:

- разработку криозащитных сред нового поколения с минимальными отравляющими свойствами, которыми обладают стандартные протекторы проникающего действия – ДМСО, этиленгликоль и др. Первые наработки в данном направлении проведены в 2017 г. на сперме русского осетра;
- подбор новых режимов замораживания-оттаивания спермы осетровых рыб, позволяющие избежать кристаллизации «свободной незамерзающей воды» внутри спермиев в диапазоне температур –130... –140 °С;
- подбор новых режимов выведения протекторов из клеток после оттаивания.

КРИОКОНСЕРВАЦИЯ ЯЙЦЕКЛЕТОК БЕЛОРЫБИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДМСО И ГЛИЦЕРИНА В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ КРИОПРОТЕКТОРА

А.В. Фирсова

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
firsovaangelina1991@mail.ru

Резкое сокращение пресноводных и морских популяций рыб является серьезной проблемой и требует принятия неотложных мер для обеспечения сохранения разнообразия генофонда. Сохранение биоразнообразия и обеспечение выживания редких и исчезающих видов зависит от нашей способности поддерживать эти виды рыб искусственным воспроизводством. Одним из исчезающих ценных видов рыб является эндемик бассейна Каспийского моря – белорыбица. На протяжении свыше 30 лет состояние запасов белорыбицы оценивается как критически неблагоприятное. В последнее десятилетие количество идущих на нерест производителей снизилось в десятки раз. Численность стада поддерживается путем заводского воспроизводства лишь на одном из рыбободных заводов Астраханской области – Александровском [www.astrakhan.ru].

Технологии криоконсервации, применяемые в рыбном хозяйстве, позволяют сохранять генетический материал и экономить на содержании производителей рыб на рыбободных предприятиях. Криоконсервация спермы различных видов рыб достаточно успешна и широко применяется во всем мире. В то же время криоконсервация яйцеклеток и эмбрионов рыб находится лишь на стадии разработки [Пономарева и др., 2017].

В связи с вышеизложенным актуальным является вопрос разработки методики криоконсервации яйцеклеток белорыбицы. Важную роль при глубокой заморозке генетического материала играет правильно подобранный состав криопротектора, который будет способен защитить клетки от разрушения сверхнизкими температурами.

Ввиду этого целью данной работы явилось изучить действие диметилсульфоксида (ДМСО) и глицерина в качестве компонентов криопротектора на яйцеклетки белорыбицы при их криоконсервации. ДМСО и глицерин являются стандартными составляющими криопротекторов, в связи с чем и были выбраны нами для данного эксперимента. Материалом для исследований служила икра, полученная от двух самок. Получение икры у белорыбицы проводили методом отцеживания.

При проведении эксперимента использовали два различных по составу криопротектора. В состав протектора в обоих случаях входил базовый раствор (NaCl , KCl , CaCl_2 , NaHCO_3) (80 %). В первом варианте использовали глицерин (20 %), во втором варианте – ДМСО (20 %). Яйцеклетки перемешивали с криопротектором и помещали в ампулы Эппендорфа с дальнейшим их размещением в стаканы для сосуда Дьюара. Криоконсервацию проводили по методике сверхбыстрого замораживания – выполняли быстрое погружение стакана с пробками в сосуд Дьюара с жидким азотом (1500 градусов в минуту).

В нативной икре белорыбицы, как и у других видов рыб, жировые и желточные вакуоли заполняют клетку равномерно (жировые вакуоли располагаются по периферии клетки, а желточные – в центре) [Тихомиров, Фирсова, 2013] (рис. 1).

При оттаивании икры, криоконсервированной методом сверхбыстрой заморозки с использованием в составе криопротектора 20 % глицерина, выявили, что лишь 30 % яйцеклеток сохранились целыми, без внешних повреждений. Под микроскопом видно, что

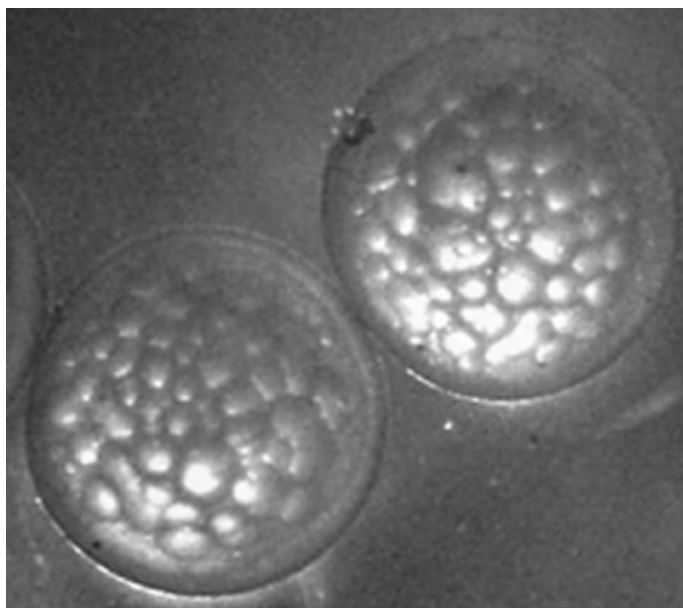


Рис. 1

Нативная икра белорыбицы

у всех икринок произошли внутренние перестройки: желточные и жировые вакуоли слились между собой (рис. 2).

При оттаивании икры, криоконсервированной методом сверхбыстрой заморозки с использованием в составе криопротектора 20 % ДМСО, выявили, что не сохранилось ни одной целой яйцеклетки – оболочки яйцеклеток не выдержали двойного температурного шока и лопнули (рис. 3).

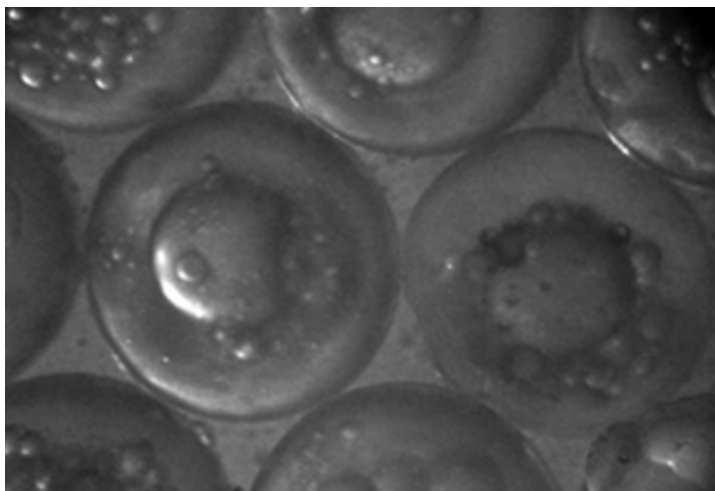


Рис. 2

Яйцеклетка белорыбицы после криоконсервации с использованием глицерина

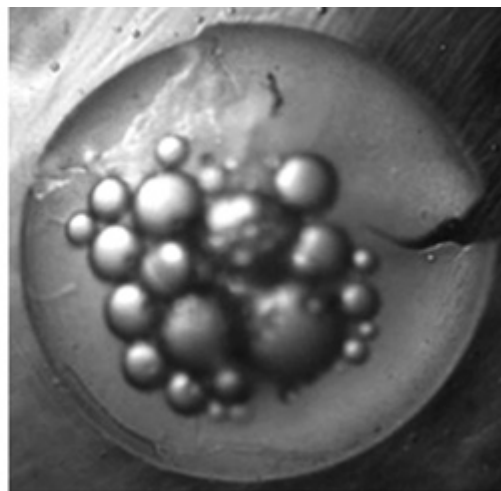


Рис. 3

Яйцеклетка белорыбицы с поврежденной оболочкой и внутренними перестройками после криоконсервации с использованием ДМСО

В результате проведенных исследований по криоконсервации икры белорыбицы с использованием стандартных компонентов в составе криопротекторов выявили, что ДМСО отрицательно влияет на яйцеклетки рыб и не защищает их от повреждений при сверхнизких температурах. В отличие от первого опыта с ДМСО, при криоконсервации нативной икры белорыбицы с использованием глицерина в составе криопротектора был получен положительный результат. При использовании глицерина после оттаивания остались неповрежденными 30 % яйцеклеток. Дальнейшие исследования по разработке методики криоконсервации яйцеклеток белорыбицы не рекомендуется проводить с введением в состав криопротектора ДМСО.

Работы проводились в рамках проекта «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России» (соглашение № 14.607.21.0163 от 03.10.2016, уникальный идентификатор RFMEFI60716X0163).

Исследования выполнены на уникальной научной установке № 73602 с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов Южного научного центра РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Лазарев В. Белорыбица – последний оплот нашей былой рыбацкой славы. URL: www.astrakhan.ru/?content=news-item&id=64621 (дата обращения: 30.09.2017).

Пономарева Е.Н., Красильникова А.А. и др. Криоконсервация репродуктивных клеток рыб: история и перспективы // Рыбное хозяйство. 2017. № 4. С. 85–88.

Тихомиров А.М., Фирсова А.В. Действие воды на яйцеклетки рыб разных экологических групп // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2013. № 3. С. 129–132.

David M. Rawson, Tiantian Zhang. New approaches to the cryopreservation of fish oocytes and embryos // The role of biotechnology. Villa Gualino, Turin, Italy, 5–7 March, 2005. P. 209–210.

**СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ
МЕТОДАМИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО КОНСЕРВИРОВАНИЯ**

М.М. Белая

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
mashabogat@gmail.com

В настоящее время повсеместно отмечается снижение численности промысловых видов рыб, уменьшение их биоразнообразия. Любая природная популяция устойчиво воспроизводит свой генофонд, и соотношение внутри- и межпопуляционного генного разнообразия остается постоянным на разных иерархических уровнях системы только при сохранении условий воспроизводства [Алтухов, 1995].

У рыб эволюционно сформирована сложная внутривидовая структура, в основе которой приспособление к конкретным условиям существования в пределах общих параметров среды и ареала каждого вида. Эти приспособления в форме внутривидовой структуры, с одной стороны, обеспечивали устойчивость и конкурентоспособность вида, повышали надежность его воспроизводства, а с другой стороны, сохранялись при наличии условий среды, породивших их [Кулик, 2011].

Гидрология ряда рек изменена настолько, что многие виды рыб не имеют возможности воспроизводства естественным путем [Подушка, 2007]. В связи с этим основным источником формирования и поддержания запасов ценных видов рыб стало их искусственное воспроизводство. Однако в настоящее время отмечается снижение масштабов заводского воспроизводства. Одной из причин этого является отсутствие возможности заготовки производителей с высокими рыбоводно-продуктивными показателями.

Одним из способов рационализации искусственного воспроизводства рыб является содержание ремонтно-маточных стад на рыбоводных предприятиях. Но при долгой эксплуатации одних и тех же производителей может происходить инбридинг, что приведет в дальнейшем к вырождению популяций ценных промысловых объектов.

Возникла необходимость разработки разнообразных подходов использования и сохранения популяционного генофонда производителей естественной генерации для целей искусственного воспроизводства.

Проблема селективности генотипов долгое время недооценивалась в рыбоводстве. Вместе с тем резкое сокращение запасов осетровых и изменение биологических показателей рыб в течение последних 20 лет, которое нельзя объяснить только резким увеличением браконьерства, подняло вопрос о генетической полноценности выпускаемой заводской молодежи [Алтухов, 1995; Алтухов, Евсюков, 2001; Рябова и др., 1996; 2006]. Изучение влияния рыбоводства показало, в частности, что выпуск заводской молодежи осетровых в естественные водоемы приводит к увеличению доли гетерозигот, тогда как отклонение этого показателя от исторического оптимума вызывает сокращение численности популяций и их постепенную деградацию в последующих поколениях [Алтухов, 2011; Варнавская, 2006; Рябова и др., 2008; Шишанова и др., 2012].

В связи с этим применение замороженно-оттаянных половых продуктов различных видов рыб с известным генотипом позволит сформировать высокопродуктивные маточные стада рыб, скрещивать географически удаленные друг от друга стада, а также рыб, нерестящихся в разные сроки, и сохранять естественные и доместицированные популяции рыб [Савушкина, 2013].

Криоконсервация остается одним из наиболее привлекательных и быстроразвивающихся направлений сохранения редких исчезающих видов. Наличие в криобанке генетически репрезентативных коллекций гено-

мов рыб и маточных стад на рыбоводных заводах позволяет с максимальным эффектом сохранить генетическое разнообразие ценных промысловых объектов [Богатырева, 2010].

Полученные результаты по дефростированной сперме, а также по оплодотворяемости ею икры различных видов рыб нестабильны и варьируют в широких пределах (10–90 %). Тем не менее для сохранения редких и исчезающих видов существующие методы криоконсервации их спермы пригодны для замораживания биоматериала, хранения в коллекционных банках и восстановления гидробионтов. При восстановлении популяции возможно использование разных методов: метод химер, андрогенез, замороженно-оттаянные эмбрионы, искусственное воспроизводство и др.

Однако проблема создания криотехнологий для больших объемов спермы, необходимых для формирования производственных криобанков, внедрения криотехнологий в производство, решается очень медленно. Можно повысить эффективность существующей системы селекционно-племенных хозяйств и рыбоводных заводов, если использовать криотехнологии в процессе воспроизводства промысловых и заводских популяций. Научными организациями подготовлены обоснования и предпринимаются меры к созданию криобанков и криохранилищ спермы осетровых рыб в Московской, Астраханской и Волгоградской областях, лососевых и карповых рыб в ЦЭС «Ропша» [Матишов и др., 2013].

Развитие системы производственных криобанков и криохранилищ для сохранения геномов рыб должно тесно увязываться с созданием живых генетических коллекций, поскольку пока надежно отработаны только методы криоконсервации спермы рыб.

Известны методы криоконсервации спермы более 200 видов рыб. Устойчивость к криповреждениям спермы у разных видов рыб кардинально различается. Единой методики криоконсервации для рыб нет, поскольку среда обитания разных видов сильно различается (например, морские и пресноводные виды, проходные и оседлые рыбы и т. д.). Если для морских рыб, устойчивых к высокому осмотическому давлению окружающей воды, удастся получить высокие показатели выживания спермиев после процедуры замораживания-оттаивания без особых затруднений, то для проходных и пресноводных видов приходится искать уникальные способы и методы криоконсервации, особые криозащитные среды для каждого вида, причем процент подвижных клеток после оттаивания обычно невелик [Maisee, 1996].

В ЮНЦ РАН разрабатываются и совершенствуются методики низкотемпературного консервирования репродуктивных клеток рыб.

При проведении исследований процесса глубокого замораживания и долгосрочного хранения при температуре –196 °С подобраны оптимальные криопротекторы для осетровых, карповых рыб, эндемика Каспийского моря – белорыбицы. Разработана методика электростимуляции на этапе эквilibрации, в результате чего увеличивается проницаемость мембран – и криопротекторы, проникая внутрь клеток, предохраняют их от повреждений в процессе замораживания. Выживаемость сперматозоидов при этом увеличивается по сравнению с традиционной методикой в 1,5–2 раза. Совершенствуется методика оплодотворения икры дефростированной спермой в производственных масштабах. Проводится проверка качества полученной молоди по реактивности центральной нервной системы на различные раздражители. Проводятся экспериментальные работы по криоконсервации яйцеклеток рыб [Тихомиров, 2012].

На основе разработанных методик в ЮНЦ РАН создан криобанк репродуктивных клеток ценных видов рыб. Образцы спермы пополняются ежегодно. Систематически производится контроль за качеством половых клеток, хранящихся в жидком азоте. Установлено, что при правильном хранении образцов репродуктивные показатели спермы не изменяются [Матишов и др., 2012]. Главный эффект пониженных температур связан с ингибированием химических и физических процессов, что является основой для длительного сохранения клеток, тканей и органов. При температуре жидкого азота происходит «замораживание биологического времени» [Benson, 2008].

Исследования проведены в рамках реализации гранта Президента Российской Федерации «Формирование маточных стад осетровых рыб с использованием криоконсервированных репродуктивных клеток (на примере стерляди)» МК-159.2017.11.

Исследования выполнены на уникальной научной установке № 73602 с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов Южного научного центра Российской академии наук.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алтухов Ю.П. Генетика популяций и сохранение биоразнообразия // Соросовский общенациональный журнал. 1995. № 1. С. 32–43.
- Алтухов Ю.П. Генетические последствия селективного рыболовства и рыбоводства // Вопросы рыболовства. 2000. Т. 2. № 4 (8). С. 562–603.

- Алтухов Ю.П., Евсюков А.Н. Перепроизводство молоди рыболовными заводами как причина деградации волжского стада русского осетра // ДАН СССР. 2001. Т. 380. № 2. С. 273–275.
- Богатырева М.М. Оптимизация методов криоконсервации спермы для сохранения генофонда осетровых рыб: автореф. дис. ... канд. биол. наук по спец-ти 03.02.06 «Ихтиология». Астрахань, 2010. 20 с.
- Богерук А.К. Современное состояние и важнейшие задачи развития племенного рыболовства в России // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития.: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. М.: ВНИРО, 2002. С. 29–33.
- Варнавская Н.В. Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2006. 488 с.
- Кулик П.В. О восстановлении естественного воспроизводства азовских осетровых рыб // Осетровые рыбы и их будущее: мат-лы докл. Междунар. конф. (7–10 июня 2011 г., г. Бердянск, Украина). С. 144–147.
- Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Белая М.М. Сохранение генетического разнообразия рыб методами низкотемпературного консервирования // Рыбное хозяйство. 2012. № 3. С. 59–62.
- Матишов Г.Г., Пономарев С.В., Баканева Ю.М. и др. Справочник рыболова. Инновационные технологии аквакультуры юга России / под ред. С.В. Пономарева. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 224 с.
- Одинцова Н.А., Борода А.В. Криосохранение клеток и личинок морских гидробионтов // Биология моря. 2012. Т. 38. № 2. С. 93–103.
- Подушка С.Б. Кризис заводского воспроизводства в России и возможные пути его преодоления // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2007. № 12. С. 5–15.
- Рябова Г.Д., Климонов В.О., Афанасьев К.И. Влияние рыболовства на генотипические и фенотипические характеристики волжской поздней яровой севрюги // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. М.: ВНИРО, 2006. С. 213–216.
- Рябова Г.Д., Климонов В.О., Шишанова Е.И. Генетическая изменчивость в природных популяциях и domestичированных стадах осетровых рыб России. Атлас аллозимов. М.: Россельхозакадемия, 2008. 94 с.
- Рябова Г.Д., Офицеров М.В., Климонов В.О. О возможном влиянии рыболовства на генетические и биологические характеристики севрюги // Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры России. М.: ВНИРО, 1996. С. 269–274.
- Савушкина С.И. Искусственное воспроизводство осетровых рыб с использованием криотехнологий // Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры: докл. Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, ВВЦ, 5–6 февраля 2013 г.). М.: Изд-во РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. С. 429–440.
- Тихомиров А.М. Патент 246084. Способ криоконсервации яйцеклеток осетровых рыб № 2010142589/13; заявл. 18.10.2010; опубл. 10.09.2012; бюл. № 23. 3 с.
- Шишанова Е.И., Тренклер И.В., Мамонова А.С. Влияние криоконсервации спермы на выживаемость и генетический полиморфизм личинок русского осетра // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2012. № 2. С. 105–111.
- Benson E.E. Cryopreservation of phytodiversity: a critical appraisal of theory and practice // Crit. Rev. Plant Sci. 2008. Vol. 27. P. 141–219.
- Maise G. Cryopreservation of fish semen // Refrigeration and Aquaculture. Bordeaux, 1996. P. 443–457.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКВАПОНИКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ПРОДУКЦИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Е.Н. Пономарева¹, Л.П. Ильина², Т.А. Соколова², К.С. Сушко², А.А. Кузов¹, Т.Н. Польшина²

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону
kafavb@mail.ru; iljina@ssc-ras.ru

Совместное выращивание гидробионтов и растительных культур в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) – перспективное и динамично развивающееся направление современной аквакультуры. Установлено, что на каждый килограмм выращенной рыбы можно получить до 18–19 кг овощей, при этом содержание нитратов в растениях не превышает 30 мг/кг сырой массы, тогда как на минеральном питании в условиях традиционной гидропоники эта величина достигает 130–400 мг/кг [Жигин, 2011; Лавровский, Завьялов, 1998]. Разработка интегрированных методов аквакультуры на основе модульных установок УЗВ, в состав которых входят блоки для выращивания различных видов рыб и культурных растений, имеет практическую значимость, поскольку позволит эффективно развивать фермерское рыбное хозяйство и получать экологически чистую пищевую продукцию. Присутствие в оборотной воде из рыбоводной установки большого количества растворенных органических, азотсодержащих и других веществ, доступных для растений, позволяет получать высокие урожаи салата, огурцов и других культур, которые по качеству не уступают нормам традиционного земледелия. Одновременно достигается экономия удобрений, тепловой энергии, земельных площадей, снижается потребление чистой воды [Жигин, 2011; Лавровский, Завьялов, 1998].

В Южном научном центре РАН с 2002 г. ведутся исследования по выращиванию гидробионтов в УЗВ [Матишов и др., 2008, 2016, 2017]. С 2014 г. начаты исследования по совместному выращиванию рыбы (осетровые, их гибриды, сомовые и др.) и растений (салат, огурцы, перец, петрушка и др.) в специально разработанной модульной установке с использованием оборотной и сбросной воды в УЗВ [Кузов и др., 2016]. Цель исследований – разработать комплекс научно-методических основ и технических решений, позволяющих получать экологически чистую растительную и рыбную продукцию в модульной УЗВ.

Исследования проводились в 2014–2017 гг. на научно-экспедиционной базе ЮНЦ РАН «Кагальник» (Азовский район) в интегрированной установке этажного типа (ИУЭТ). Совместное выращивание рыб (русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii*, клариевый сом *Clarias gariepinus*) и растительных культур (петрушка *Petroselinum crispum* (Mill.) A.W. Hill, сорт «Мооскраузе 2»; шпинат (*Spinacia oleracea*), сорт «Матадор»; руккола (*Eruca sativa*), сорт «Покер»; укроп (*Anethum graveolens* L.), сорт «Аллигатор»; кориандр (*Coriandrum sativum* L.), сорт «Бородинский»; базилик (*Ocimum* L.), сорт «Ароматный сбор») осуществлялось в бассейнах объемом 6–8 м³ (русский осетр) и 4 м³ (клариевый сом) с контролируемыми условиями среды (кислород 60–90 %, температура 23–25 °С, рН 6,9–8,2) и водообменом в течение 1 ч. Для эксперимента были подобраны скороспелые районированные сорта растений. Для кормления рыб использовали корм «Биотар» согласно существующим нормативам. В качестве субстрата для растений использовали минеральную вату и керамзит. Предварительно все семена растений проращивались в пробках из минеральной ваты до получения рассады, затем пересаживались в горшочки с керамзитом и помещались в аквапонную установку на специальных плавающих гидропонных матах. Плотность посадки не более 80 растений на 1 м². Для освещения использовали светодиодные конструкции с лампами мощностью 200–900 люкс. В работе использованы стандартные методы ботанических исследований: определение морфометрических показателей растений (высота, размер листовой пластинки, фенофаза развития, сырая фитомасса, вес плодов и др.) [Генкель, 1975], показатель освещенности растений определялся люксметром РН 300, показатели температуры и влажности воздуха – ареометром, содержание нитратов в листьях и плодах растений – фотометрическим методом [Александров, Найденова, 1986].

Интегрированная этажная установка (ИЭУ) была создана специально для проведения эксперимента. Она представляет собой систему бассейнов, лотков, отстойников, фильтров (механических и биологических), системы освещения и экспресс-онлайн-контроля гидрохимических параметров (рис. 1). Особенностью ИЭУ является использование биотехнологии безотходного производства, что обеспечивает высокую экологическую безопасность. На первом этапе вода поступает в бассейны с осетровыми рыбами (русский осетр), далее – в бассейны с дополнительным видом (клариевый сом), затем – в отстойник для осаждения крупных фракций органических

отходов с последующим перемещением в аквапонную установку для выращивания растений, далее после механической и биологической очистки вода снова поступает в бассейны с рыбой.

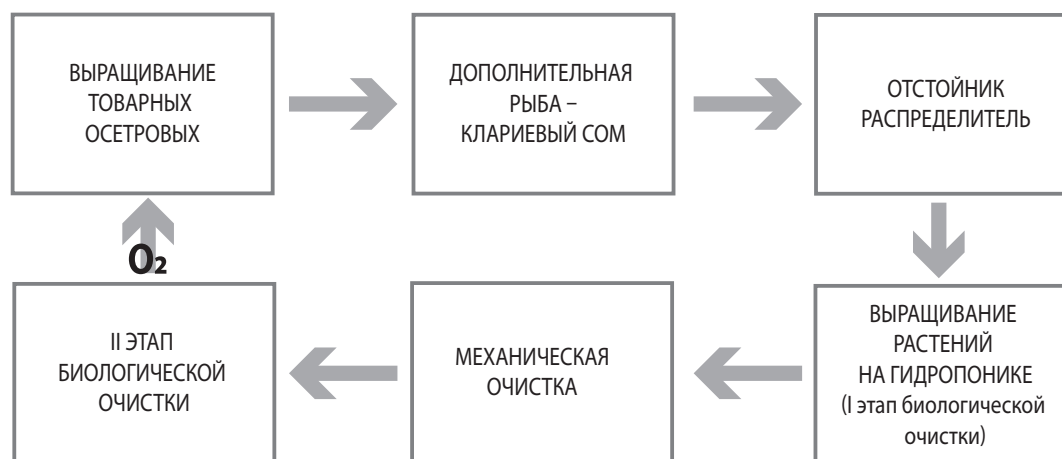


Рис. 1

Схема этажной модульной установки для выращивания объектов аквакультуры в УЗВ

Полученные результаты по изучению показателей роста, развития и продуктивности растений в аквакомплексе представлены в таблице 1.

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА, РАЗВИТИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУР,
ВЫРАЩИВАЕМЫХ МЕТОДОМ АКВАПОНИКИ В УЗВ

Культура/параметр	Петрушка	Шпинат	Руккола	Укроп	Кориандр	Базилик
Плотность рассады на гидропонных плавающих матах, 1 м ²	80	75	75	80	80	80
Масса одного зрелого растения, г	12,3–30,4	20,5–32,6	18,2–30,5	30,0–45,5	20,0–40,5	21,0–53,5
Высота зрелого растения, см	19,8–25,2	15,2–18,5	10,8–25,0	33,2–35,6	30,1–40,4	35,0–38,9
Длительность периода вегетации, сут.	56–70	30–45	20–30	30–40	30–40	30–40
Всхожесть, %	96	98	98	97	90	99
Продуктивность за 1 вегетацию, кг/м ²	1,9	4,2	3,8	2,4	2,2	1,9
Урожайность в год, кг/м ²	20,8	46,2	42,6	21,3	20,8	18,8

Петрушка (сорт «Мооскраузе 2»). Растения хорошо произрастают в условиях аквакомплекса, период от появления всходов до получения товарной продукции составляет 56–70 дней. Культура требовательна к свету, освещенность 7500–9000 лк. При посеве в минеральную пробку помещают от 3 до 6 семян, чтобы достичь оптимальной плотности листьев растения. Установлено, что растения петрушки успешно можно выращивать как на гидропонных плавающих матах, так и в системе проточных труб УЗВ, при этом они имеют хорошо развитую корневую систему, ярко-зеленую окраску листьев. Количество нитратов в листьях было 1856 мг/кг, что не превышает ПДК (2000 мг/кг). Масса зрелого растения 12,3–30,4 г, высота 19,8–25,2 см. Длительность периода вегетации 56–70 суток. Урожайность зелени петрушки при круглогодичном выращивании в светокультуре (собрано 8 урожаев) составляет 20,8 кг/м² при плотности посадки рыб 40–50 кг/м³ (табл. 1).

Шпинат (сорт «Матадор») – культура с высокой продуктивностью. Длительность периода вегетации составляла от 30 до 70 дней. При посеве в минеральную пробку помещают от 3 до 6 семян, чтобы достичь оптимальной плотности листьев растения. Выявлено, что шпинат очень требователен к свету, оптимальное освещение 9000 лк. В условиях УЗВ возможность накопления нитратов в листьях шпината возрастает в связи с наличием живых объектов и продуктов их жизнедеятельности, однако проведенные анализы показали, что содержание нитратного азота в листьях составляет 1157 мг/кг сырой массы, что не превышает нормы ПДК – 2000 мг/кг. Масса зрелого растения 20,5–32,6 г, высота 15,2–18,5 см. Длительность периода вегетации 30–45 сут. Урожайность зелени шпината составляет 46,2 кг/м² при плотности посадки рыб 40–50 кг/м³ (табл. 1).

Руккола (сорт «Покер») – скороспелый сорт, от всходов до уборки листьев 20–25 дней. Высота розетки листьев 20–25 см. Семена рукколы очень мелкие, поэтому в минеральную пробку необходимо высевать до 10 штук. Первые всходы появляются на 4–7-е сутки, показатель всхожести 98 %. Пикировка рукколы в горшочки с керамзитом происходит на момент достижения 2–3 см высоты рассады. Растения неприхотливы, период от появления всходов до получения технически зрелой продукции в аквакомплексе составил 20–30 дней. В среднем за период проведения эксперимента масса 1 растения (без корня, срез листьев) варьировала от 18,2 до 30,5 г, высота зрелого растения 10,8–25 см. Содержание нитратов в листьях рукколы не превышает ПДК (2000 мг/кг). Урожайность рукколы в эксперименте была 42,6 кг/м² при плотности посадки рыб 40–50 кг/м³ (табл. 1).

Пряные травы (укроп – сорт «Аллигатор», базилик – сорт «Ароматный сбор», кориандр – сорт «Бородинский»). Все исследуемые в эксперименте культуры хорошо произрастают в аквапонной установке при температуре +22 °С, освещенности до 9000 лк, влажности воздуха 40 %. Всхожесть трав высокая – до 97–99 %. Период от появления всходов до получения зрелой продукции составляет в среднем 30–40 дней. Зеленая масса 1 растения (без корня, срез листьев) для укропа была 30–60,5 г, кориандра – 20–40,5 г, базилика – 21–53,5 г. Урожайность зелени за 1 год эксперимента составляла для укропа 21,3 кг/м², кориандра – 20,8 кг/м², базилика – 18,8 кг/м² (табл. 1). Анализ на содержание нитратов в растительном сырье показал, что во всех пряных травах не отмечено превышения ПДК по нитратам.

Таким образом, в результате проведенных исследований создан и прошел успешную апробацию экспериментальный образец аквабиокомплекса, который позволяет осуществлять выращивание гидробионтов в контролируемых условиях на разных этапах их развития и получать экологически чистую растительную и рыбную продукцию в модульной УЗВ. Установлено, что такие растения, как петрушка, шпинат, руккола, укроп, кориандр и базилик можно успешно выращивать методом аквапоники, при этом необходимо отдавать предпочтение региональным сортам растений (самоопыляющимся и скороспелым), а также соблюдать условия освещенности, температуры, влажности и др. При проведении эксперимента выявлено, что при увеличении плотности посадки рыб в УЗВ с 26 кг/м³ до 40–50 кг/м³ продуктивность растений возрастает в среднем в 1,5 раза.

Успешная апробация данной биотехнологии в условиях УЗВ и получение хороших результатов позволяет ее рекомендовать для внедрения в производственные рыбохозяйственные предприятия Юга Российской Федерации для получения экологически чистой продукции аквакультуры.

Работы проведены в рамках проекта «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России» (соглашение № 14.607.21.0163 от 03.10.2016, уникальный идентификатор RFMEFI60716X0163).

Исследования выполнены на уникальной научной установке № 73602 с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов Южного научного центра Российской академии наук.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Л.: Агропромиздат, 1986. 295 с.
- Генкель П.А. Физиология растений. М.: Просвещение, 1975. 336 с.
- Жигин А.В. Замкнутые системы в аквакультуре. М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 665 с.
- Кузов А.А., Сорокина М.Н., Фирсова А.В., Яицкая М.В. Совместное выращивание африканского сома *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) и овощных сельскохозяйственных культур в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) // В сб.: Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени. М.: «Агроферма», 2016. С. 202–206.
- Лавровский В.В., Завьялов А.П. Методические разработки по курсу рыбоводства. Замкнутые рыбоводные системы. 1998. 96 с.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Казарникова А.В., Коваленко М.В. Основы осетроводства в условиях замкнутого водообеспечения для фермерских хозяйств. Ростов н/Д: ЮНЦ РАН, 2008. 112 с.

Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Казарникова А.В., Ильина Л.П., Григорьев В.А., Соколова Т.А., Польшина Т.Н., Коваленко М.В., Кузов А.А., Корчунов А.А. Инновационная биотехнология получения экологически чистой продукции аквабиоккультуры в модульной установке замкнутого водоснабжения // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. № 3 (191). 2016. С. 41–48.

Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Казарникова А.В., Ильина Л.П., Соколова Т.А., Григорьев В.А., Коваленко М.В., Металлов Г.Ф. Интегрированное выращивание рыбы и растений в модульной установке замкнутого водоснабжения // Рыбное хозяйство. 2017. № 1. С. 66–72.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАРИКУЛЬТУРЫ МОЛЛЮСКОВ НА ЧЁРНОМ МОРЕ

В.И. Рябушко, В.И. Холодов, А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина, Е.В. Лисицкая, Л.И. Рябушко, С.В. Щуров

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь
rabushko2006@yandex.ru

В России развитие марикультуры двустворчатых моллюсков на Чёрном море по-прежнему находится на начальной стадии, хотя с 1960–1980 гг. предпринимались попытки на государственном уровне создать промышленную марикультуру мидий. Достаточно вспомнить широко известный временный творческий коллектив «Моллюск-индустрия», созданный по решению ЦК КПСС и советского правительства на базе Минрыбхоза СССР и Академии наук УССР. Была поставлена задача выращивать 30 000 т моллюсков в год вдоль Крымского побережья и в северо-западной части Чёрного моря. Сейчас можно только позавидовать выделенным в то время материальным и финансовым ресурсам на этот амбициозный проект. Однако развал СССР и отказ от дальнейшего финансирования в сочетании с техническими просчетами при выборе конструкций гидробиотехнических сооружений для культивирования мидий и дальнейшим неудачным менеджментом привели к краху этого мероприятия.

В этот период в мире наблюдалось стремительное развитие аквакультуры, и к настоящему времени ее продукция превосходит промысловый вылов. При этом весь мировой улов не покрывает затрат на рыбодобывающую отрасль, поэтому рыболовство во многих странах стало дотационным. Во многих странах рост потребностей в морепродуктах вызвал стремительное развитие аквакультуры и марикультуры из-за увеличения затратности и нерентабельности рыболовства. Поэтому развитие марикультуры становится важнейшей задачей развития этого продовольственного сектора. Наиболее распространенной в мире является марикультура моллюсков, прежде всего устриц и мидий, а также морских гребешков и клемов. Очевидно, что начинать развивать марикультуру нужно с наиболее простой и доступной ее области – конхиоккультуры, занимающейся выращиванием мидий и устриц.

До настоящего времени в России результаты выращивания моллюсков весьма скромные и марикультура развивается стихийно, в отличие от других стран Чёрноморского бассейна – Турции и Болгарии. Это определяется социально-экономическими проблемами, прежде всего неразвитостью рынка, слабой законодательной базой, отсутствием государственной поддержки и системной подготовки специалистов в этой отрасли народного хозяйства. На практике оказалось, что попытки преодолеть барьеры в организации марихозяйств трудновыполнимы, особенно для людей, не являющихся специалистами в данной области. Поэтому 90 % всех попыток организовать собственное морское хозяйство оказались тщетными уже на начальных этапах.

В отличие от промышленной марикультуры, в области изучения биологии культивирования моллюсков достигнут значительный прогресс [Иванов и др., 1989; Холодов и др., 2017]. Для Чёрного моря существует весьма ограниченное количество объектов конхиоккультуры. Это прежде всего средиземноморская мидия

Mytilus galloprovincialis и сравнительно недавно акклиматизированный в Чёрном море вид – гигантская, или тихоокеанская, устрица *Crassostrea gigas*, а также плоская, или черноморская (европейская), устрица *Ostrea edulis*; двустворчатые моллюски – вид-вселенец анадара *Anadara kagoshimensis* и эндемик Чёрного моря гребешок *Flexopecten glaber ponticus*.

Марихозяйство конхиокультуры состоит из трёх принципиальных компонентов: морской фермы, обслуживающего специализированного судна и береговой базы. Учитывая то, что основные участки для выращивания моллюсков расположены в открытых частях шельфа Чёрного моря, необходимо создавать штормоустойчивые морские фермы, основу которых составляют «длинные линии» (long line) [Холодов и др., 2017]. Следует также отметить, что фермеру необходимо закупать для марихозяйства импортные средства малой механизации и промснаряжение.

Мидиеводство. При планировании создания марихозяйства следует различать такие понятия, как мощность (биопродуктивность) и урожайность мидийной фермы. Мощность фермы характеризуется общей массой моллюсков всего размерного ряда, способной одновременно размещаться на конструкциях фермы. Урожайность фермы – вес моллюсков только товарного размера (более 5 см).

При использовании передовых технологий выращивания биопродуктивность мидии в Чёрном море может составлять до 10–12 кг с одного погонного метра коллектора. Биопродуктивность, которую можно принимать при планировании марихозяйств, будет составлять 12 т с га (с учетом допуска на отяжки) в год. Мощность фермы зависит от ряда факторов, таких как район выращивания, конструктивные особенности фермы, метод и технология выращивания и сбора урожая. Урожайность ферм сильно варьирует и зависит от скорости роста мидий. Для самых неблагоприятных районов мидия достигает до товарного размера в количестве 100 % в течение 2 лет. При этом минимальная урожайность товарной мидии составляет 5 т с га в год. Принципиальная схема технологического процесса непрерывного выращивания мидии представлена на рисунке 1.

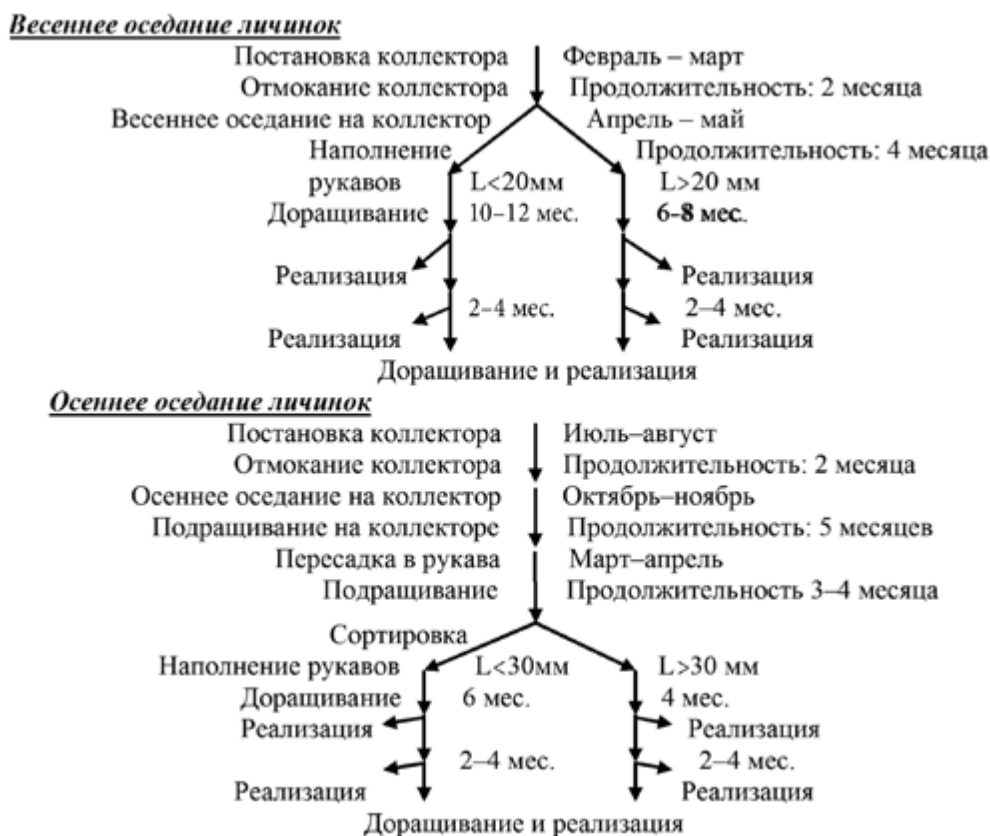


Рис. 1

Принципиальная схема технологического процесса непрерывного выращивания мидии [Холодов и др., 2017]

Устрицеводство. Попытка возрождения этой отрасли в Чёрном море относится к 1960-м гг., когда было принято решение организовать Егорлыцкое опытно-промышленное устричное хозяйство (Егорлыцкий залив, Николаевская обл.). Однако из этого ничего не вышло из-за массовой смертности черноморской устрицы. В настоящее время марихозяйства на Чёрном море получают товарную устрицу *Crassostrea gigas*. Технология ее

выращивания предполагает закупку устричной молоди (спата) в специализированных зарубежных питомниках для дальнейшего подращивания на ферме до товарного размера. В этом случае полуцикличное устрицеводство принципиально не отличается от мидиеводства.

Более сложной отраслью марикультуры является полноцикличное устрицеводство, основанное на собственном производстве посадочного материала – спата. Принципиальная схема технологического процесса полноцикличного устрицеводства представлена на рисунке 2. В ИМБИ РАН полностью реализована представленная технологическая схема и создан первый в России питомник вместе с фермой для полноцикличного выращивания гигантской устрицы *Crassostrea gigas*. В дальнейшем нужно сформировать высокопродуктивное маточное стадо для получения триплоидных моллюсков. Для этого необходим контроль генетического разнообразия маточного стада гигантской устрицы, адаптированной к культивированию в Чёрном море.

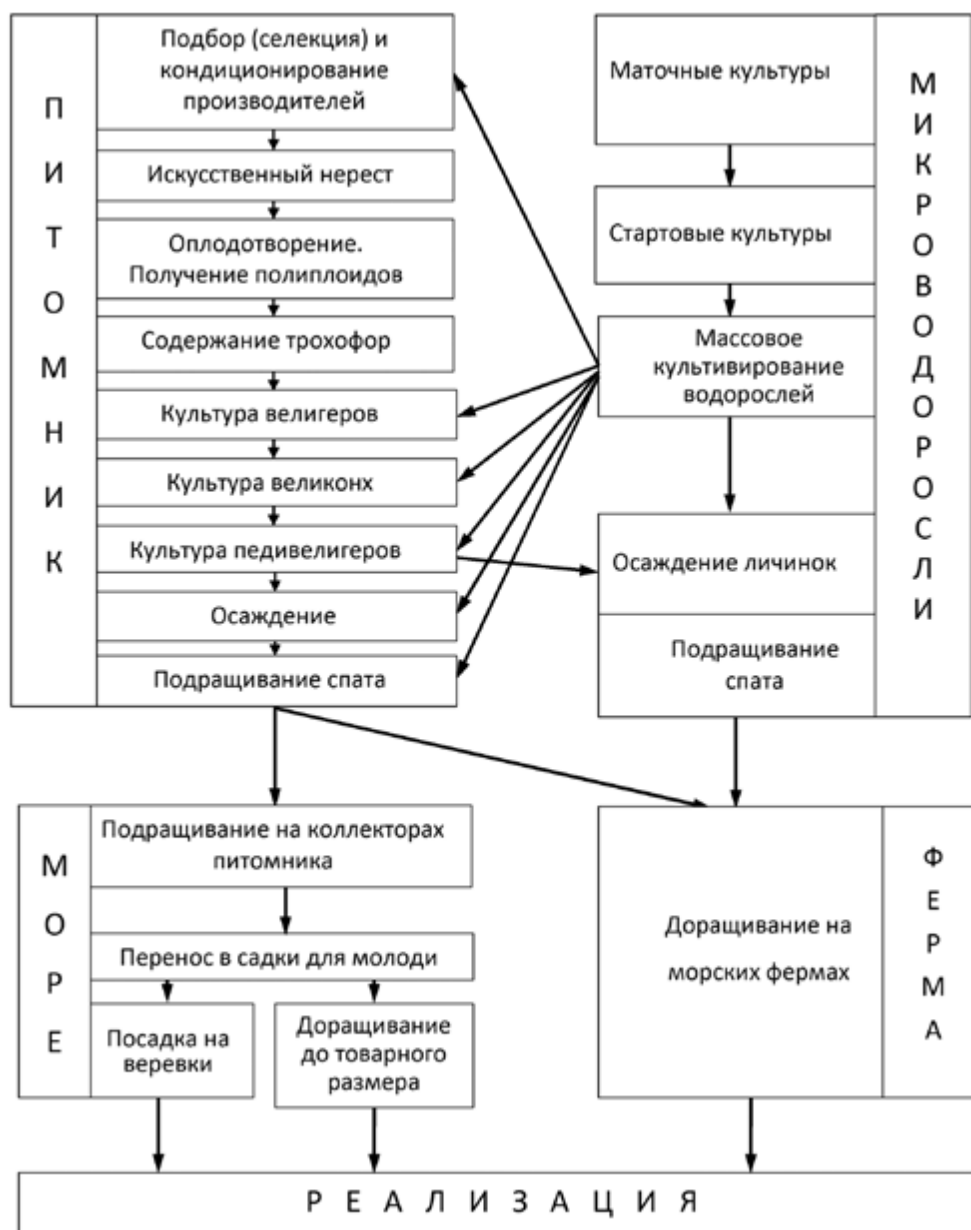


Рис. 2

Принципиальная схема технологического процесса полноцикличного выращивания устрицы [Холодов и др., 2017]

Чёрноморская устрица *O. edulis* обладает великолепными вкусовыми качествами, но в настоящее время ее воспроизводство возможно только в питомниках. С целью последующего выращивания устриц этого вида необходимо вывести породу, устойчивую к грибковым заболеваниям, – методом групповых скрещиваний особей, отобранных из географически удаленных популяций с последующей селекцией.

При переборке мидийных коллекторов часто встречается молодь анадара и черноморского гребешка. Взрослая анадара может достигать длины до 85 мм, гребешок – до 55 мм. Если их помещать в устричные садки, то можно получить деликатесный морепродукт. В настоящее время ИМБИ РАН проводит исследования биологии этих видов.

Гидролого-гидрохимическая структура морских вод, особенно в местах культивирования моллюсков, оказывает влияние на видовой состав и количественные характеристики микроводорослей планктона и бентоса. В местах культивирования моллюсков накапливается большая биомасса органических веществ и метаболитов. Поэтому биомониторинг в районе марихозяйства, включая микроводоросли как показатели качества среды, является актуальной задачей. Так, в районе экспериментальной мидийно-устричной фермы выявлено 26 потенциально токсичных видов микроводорослей.

Некоторые виды беспозвоночных уже на личиночной стадии оказывают негативное влияние на культивируемых моллюсков. К ним отнесены виды, способные перфорировать створки моллюсков, – брюхоногий моллюск *Rapana venosa* и многощетинковый червь *Polydora websteri*. Личинки полихеты *Hydroides dianthus* и усоногого рака *Amphibalanus improvisus*, оседая на раковины моллюсков, строят известковые домики, которые ухудшают товарный вид мидий и устриц. При организации мидийно-устричных ферм необходимо учитывать численность личинок объектов культивирования и сопутствующих видов, которые могут способствовать формированию сообщества на коллекторах либо неблагоприятно влиять на качество и количество ожидаемой продукции.

Для дальнейшего развития марикультуры на Чёрном море необходимо создать научно-образовательный Центр морских биотехнологий на базе научных подразделений ФГБУН ИМБИ РАН, базовой кафедры гидробиологии и аквакультуры совместно с Крымским федеральным университетом и экспериментальный биотехнический комплекс в форме малого инновационного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И., Пиркова А.В., Булатов К.В. Биология культивируемых мидий. Киев: Наукова думка, 1989. 100 с.

Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море. 2-е изд., доп. Воронеж: Издат-Принт, 2017. 508 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ ПОЛА У ГИБРИДОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ

О.П. Филиппова, С.Е. Зуевский, А.С. Сафронов, М.А. Ёжкин

Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии, г. Москва
maricul@vniro.ru

Осетровые относятся к рыбам, у которых в норме соотношение самок и самцов очень близко, прямая идентификация половых хромосом невозможна и неизвестен механизм закладки пола. Неизвестно, какие из многочисленных хромосом являются половыми. Также неясно, какой из полов гетерогаметный – самки или самцы [Васильев, 1985].

Из-за отсутствия полового диморфизма определение пола осетровых требует использования гематологических, сонографических, гистологических и других дорогостоящих методов. Существующие методы регуляции пола (индуцированный гиногенез, диспермный андрогенез, инактивация ядерных аппаратов яйцеклеток и спермиев, технология получения клональных однополо-женских линий рыб, гормональная инверсия пола, сочетание гормональной инверсии пола и индуцированного гиногенеза) дорогостоящи, растянуты во времени и неоднозначны по влиянию на питательную ценность и безопасность рыбы в связи с использованием гормональных

препаратов [Персов, 1975; Ахундов, Федоров, 1994; Бурлаков, 2002; Грунина, Рекубратский, 2006; Гусейнова, 2010, 2012; Yamamoto, 1969; Mims et al., 1997; Eenennaam et al., 1999; Querat et al., 2000; Piferrer, 2001; Delvin, Nagahama, 2002]. Поэтому в случае положительного эффекта метод температурного воздействия на закладку пола в период эмбриогенеза будет наименее затратным и экологичным способом половой регуляции у осетровых рыб.

Целью работы было определить состояние воспроизводительной системы у молоди осетровых рыб на примере бестера, подвергнутой термической коррекции в эмбриогенезе, в конце первого года выращивания в бассейнах с УЗВ.

Методика. Материалы подготовлены на основании экспериментальных работ по выращиванию личинок и молоди аксайской (СБС) (*Acipenser ruthenus* (L.) × (*Huso huso* (L.) × *Acipenser ruthenus*)) и бурцевской (БС) *Huso huso* × *Acipenser ruthenus* пород бестера в бассейнах УЗВ экспериментального аквариального рыбоводного комплекса ФГБНУ «ВНИРО» в течение 2015–2017 гг. Работы проводились в 3 тура. В конце эксперимента при вскрытии проводили полный биологический анализ и визуально определяли пол рыбы. При невозможности определения пола визуально осуществляли гистологический анализ этих рыб по стандартным методикам [Микодина и др., 2009].

В каждом туре рыбоводная икра была получена от пяти самок бестера прижизненным методом [Подушка, 1986], смешана и разделена на равные части по числу вариантов эксперимента. Каждая часть оплодотворена смесью спермы пяти самцов той же породы при разных температурах и помещена в изолированные инкубационные аппараты «Осетр» при соответствующей температуре воды. Вылупившиеся из икры предличинки были посчитаны и переведены для дальнейшего выращивания в круглые бассейны с конусным дном объемом 400 л, а затем, по мере роста, – в круглые бассейны с плоским дном объемом 0,5 м³ и далее – объемом 3 м³. Перевод личинок на активное питание осуществляли с помощью науплиев артемии и сухих гранулированных кормов “Le Gouessant” и “Correns”. Плотность не превышала допустимых значений. Молодь массой 1 г рассаживали по мере достижения плотности 2 кг/м³. Температура выращивания до 1 г была стабильной (18 °С), в дальнейшем ее постепенно повышали до 22–23 °С.

Биологический анализ проводили у СБС в возрасте 10 месяцев, а у БС – 17 месяцев. В качестве критериев рыбоводной оценки выращиваемых рыб использовали выживаемость и темп роста. Массу предличинок определяли в первые сутки жизни, перед началом активного питания (на 7-е сутки), массу личинок – каждые 5 дней, молоди – каждые 10 дней. Измерение молоди проводили по общепринятой методике [Правдин, 1966]. Размер выборки составлял не менее 40 экз. для каждого варианта. Статистическая обработка материалов выполнена с использованием прикладной программы Microsoft Excel.

Результаты. В первом туре инкубация икры проведена при четырех различных температурах воды – 4 варианта, два из которых (8 °С и 18 °С) близки к критическим, а два других (12 °С и 16 °С) находились в пределах температурного оптимума инкубации икры бестера. Оплодотворяемость икры во всех вариантах была близкой и составляла 90–94 %.

Продолжительность инкубации при 8 °С оказалась наибольшей и составила от 17,5 до 19 сут.; при 12 °С – 8–9,5 сут.; при 16 °С – 5,5–7,0 сут.; при 18 °С – 4,0–5,5 сут.

Аномалии. Важным рыбоводно-биологическим показателем является доля нормально развивающейся икры (количество эмбрионов без аномалий развития). Отличительной особенностью варианта инкубации икры при 18 °С от остальных вариантов является элиминация большого количества оплодотворенных икринок (25 %); при 20 °С гибель составляла 75 % еще на ранних стадиях развития. Наибольшая доля тяжелых нарушений, связанных с водянкой окологердечной сумки и неполным отделением головного отдела, наблюдалась при температуре 8 °С [Гинзбург, Детлаф, 1969].

Самый высокий процент уродливых зародышей наблюдался на 35-й стадии при 8 °С и на 17-й стадии при 18 °С. Также при низких температурах воды (8 и 12 °С) наблюдалась самая высокая доля достигших последней стадии невылупившихся зародышей (до 20 %). Наименьшая доля эмбрионов с аномалиями в развитии была отмечена в варианте инкубации при температуре 16 °С. Таким образом, отмечено влияние температуры инкубации не только на скорость эмбрионального развития осетровых, но и на возникновение отдельных эмбриональных аномалий.

Темп роста. Личинки, икра которых инкубировалась при температурах 12–16–18 °С, в возрасте 45 суток после вылупления имели среднюю массу 1 г, личинки из варианта 8 °С имели среднюю массу 0,7 г. Быстрее всех росли личинки из варианта с температурой 18 °С. Средняя температура воды в бассейнах в первом туре составляла 19 °С.

Во втором и третьем турах условия инкубации икры были сходными с условиями первого тура. Икра инкубировалась при трех вариантах температуры воды, два из которых (8 °С и 20 °С) близки к критическим, а при 13–14 °С находилась в пределах температурного оптимума инкубации икры бестера. Темп роста мальков во втором туре был выше, чем в первом.

Средней массы 1 г мальки достигли уже на 30–34-й день, а в возрасте 45 суток – 5–6,4 г, что было связано с более высокой средней температурой выращивания – 20,8 °С.

В третьем туре средней массы 1 г мальки достигли на 34–38-й день, а в возрасте 45 суток – только 2,1–4,2 г, что связано с более низкой средней температурой воды – 18,9 °С. Во всех турах скорость роста молоди, икра которой инкубировалась при 8 °С, была наименьшей.

Выживаемость. Во всех трех турах выживаемость гибридов бестера определялась в процентах – как количество выживших рыб к общему количеству вылупившихся личинок. Подчиняясь общей тенденции, к возрасту 60–80 дней, несмотря на разницу массы тела (5–30 г), происходит резкое снижение смертности рыб; выживаемость во всех турах была самой низкой у молоди, полученной из икры при 8 °С (14–32 %). При температуре 12 °С, являющейся оптимальной для развития всех органов личинок, наблюдалось несколько большее, по сравнению с другими вариантами, выживание их до массы 1 г. По показателю выживаемости оптимальной температурой инкубации была температура 16 °С.

Биологический и гистологический анализ. При анализе значения гонадосоматического индекса (ГСИ) самцы имели *бóльшие* значения сравнительно с одновозрастными самками, как у СБС, так и у БС, независимо от температуры инкубации икры (табл. 1).

Таблица 1

ГСИ МОЛОДИ ГИБРИДОВ СБС И БС РАЗНЫХ ВАРИАНТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА
В КОНЦЕ ПЕРВОГО ГОДА ВЫРАЩИВАНИЯ В БАССЕЙНАХ УЗВ В ТРЕТЬЕМ ТУРЕ

3-й тур Данные	СБС		БС	
	пол ♀	пол ♂	пол ♀	пол ♂
Инкубация икры при температуре 8 °С				
Не определённые по полу, шт./%	3	2,6%	5	22,7%
Кол-во определённых, шт.	50	61	6	11
ГСИ, %	1,47%	1,76%	0,45%	0,77%
Инкубация икры при температуре 14 °С				
Не определённые по полу, шт./%	1	2,4%	0	0
Кол-во определённых, шт.	19	21	0	0
ГСИ, %	1,55%	1,79%	0	0
Инкубация икры при температуре 20 °С				
Не определённые по полу, шт./%	3	3,2%	9	21,4%
Кол-во определённых, шт.	45	46	14	19
ГСИ, %	1,47%	1,89%	0,54%	0,87%

По результатам проведенного биологического анализа и на основании гистологических исследований гонад, взятых у молоди СБС и БС во втором и третьем туре, прослеживалась следующая закономерность в закладке пола: из икры, которая инкубировалась при температуре 8 °С (ниже оптимальной), сформировалось несколько больше самцов – 55 %; из икры, которая инкубировалась при температуре 13–14 °С, оптимальной для бестера, соотношение самцов и самок было приблизительно равным (количество самок изменялось от 47 % до 53 % в разных турах); а из икры, которая инкубировалась при температуре 20 °С, выше оптимальной, сформировалось больше самок – 53 % (максимально – 60,7 % у СБС во втором туре). Максимальное количество самок – 70,3 % – было получено в варианте с инкубацией икры при температуре воды 18 °С (табл. 2).

Наиболее изменчивым оказалось соотношение полов при 20 °С. Так, по данным второго тура, в возрасте 12–13 месяцев количество самок гибрида СБС превышало количество самцов (60,7 % и 39,3 % соответственно), а в среднем по двум турам составило только 52,6 %, т. е. близкое к нормальному.

При морфологическом исследовании генеративная часть половых желез во всех группах имела вид тонких тяжей белого, сероватого и розового цветов. Жир, покрывающий саму генеративную часть, имел разные оттенки цветов – белый прозрачный, белый молочный, серо-белый, серый, светло-желтый, светло-розовый, янтарно-желтый, желтый, бледно-желтый, темно-желтый, серо-желтый, бежевый и серо-зеленый. Цвет генеративной части у самцов, как и у самок, часто был розовый, а жир чаще был белый у самцов и желтый у самок. Соотношение жировой и генеративной частей варьировало от 2: 1 у самок до 7: 1 у самцов. При гистологическом исследовании до 80 % самок и самцов имели гонады на II стадии зрелости, до 10 % – на juvenile и на стадии I–II, у части рыб гонады не были дифференцированы.

Таблица 2
СООТНОШЕНИЕ САМОК И САМЦОВ У СБС И БС
В РАЗНЫХ ВАРИАНТАХ ЭКСПЕРИМЕНТА 1, 2 и 3-го ТУРОВ
ВЫРАЩИВАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ
ИНКУБАЦИИ ИКРЫ

Данные 1, 2, и 3-й туры	пол ♀	пол ♂
Инкубация икры при температуре 8 °С		
Не определённые по полу, шт.	20	7,0%
Кол-во определённых, шт.	121	146
Сотношение самки/самцы, %	45,3%	54,7%
Инкубация икры при температуре 12 °С		
Не определённые по полу, шт.	0	0,0%
Кол-во определённых, шт.	15	19
Сотношение самки/самцы, %	44,1%	55,9%
Инкубация икры при температуре 13 °С		
Не определённые по полу, шт.	9	10,8%
Кол-во определённых, шт.	34	40
Сотношение самки/самцы, %	45,9%	54,1%
Инкубация икры при температуре 14 °С		
Не определённые по полу, шт.	1	2,4%
Кол-во определённых, шт.	19	21
Сотношение самки/самцы, %	47,5%	52,5%
Инкубация икры при температуре 18 °С		
Не определённые по полу, шт.	5	5,2%
Кол-во определённых, шт.	64	27
Сотношение самки/самцы, %	70,3%	29,7%
Инкубация икры при температуре 20 °С		
Не определённые по полу, шт.	16	7,8%
Кол-во определённых, шт.	100	90
Сотношение самки/самцы, %	52,6%	47,4%

Выводы. 1. Инкубация икры при 8 °С у бестера аксайской и бурцевской пород ведет к пониженному выживанию эмбрионов (48,3 %) по сравнению с оптимальными температурами (94,6 %) и преобладанию самцов.

2. Оптимально проводить инкубацию икры бестера в диапазоне температур 14–16 °С, что способствует наибольшему выживанию эмбрионов и наименьшему количеству уродств в эмбриогенезе, но при этом соотношение полов сохраняется 1: 1.

3. Температура инкубации 18–20 °С позволяет получить до 70,3 % самок при условии более высокой элиминации эмбрионов (до 50–75 %) в сравнении с оптимальными условиями инкубации икры.

4. Критическая температура инкубации 20 °С является благоприятной для рождения большего числа самок, но не может быть рекомендована для инкубации икры в связи с повышенной смертностью на личиночной стадии и нестабильностью результатов.

5. Температура воды в период инкубации не оказала существенного влияния на дальнейший темп роста молоди, данное воздействие нивелируется к возрасту 250–300 суток выращивания при соблюдении оптимальных плотностей посадки. Гораздо большее влияние на темп роста оказывает плотность посадки молоди при выращивании.

Полученные в результате проведенного исследования закономерности можно использовать в рыбоводной практике для получения осетровых рыб и их гибридов с заданным соотношением самцов и самок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ахундов М.М., Федоров К.Е. Влияние экзогенного эстрадиола на формирование яичников у молоди стерляди *Acipenser ruthenus* // Вопросы ихтиологии. 1994. Т. 34. № 4. С. 557–563.
- Бурлаков А.Б. Гормональная регуляция репродуктивной функции у икромечущих рыб: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.10, 03.00.30. М.: МГУ, 2002. 56 с.
- Васильев В.П. Эволюционная кариология рыб. М.: Наука, 1985. 300 с.
- Гинзбург А.С., Детлаф Т.А. Развитие осетровых рыб. Созревание яиц, оплодотворение и эмбриогенез. М.: Наука, 1969. 134 с.
- Грунина А.С., Рекубрятский А.В. Андрогенез у рыб, или Только из мужского семени // Природа. 2006. № 11. С. 25–31.
- Гусейнова Г.Г. Пластичность становления статуса половых стероидов в процессе дифференцировки пола у молоди севрюги (*Acipenser stellatus* P.) // Зоологические исследования в регионах России и на сопредельных территориях: Мат-лы Междунар. науч. конф. Саранск: Прогресс, 2010. С. 156–158.
- Гусейнова Г.Г. Гетерохрония развития половых желёз у осетровых рыб в условиях аквакультуры: автореф. дис. ... д.б.н.: 03.00.08, 03.00.13. Баку, 2012. 21 с.
- Микодина Е.В., Седова М.А. и др. Гистология для ихтиологов: Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. 112 с.
- Персов Г.М. Дифференцировка пола у рыб. Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1975. 148 с.
- Подушка С.Б. Авторское свидетельство 1412035 СССР. Способ получения икры от самок осетровых рыб. 1986.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

Devlin R.H., Nagahama Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences // *Aquaculture*. 2002. Vol. 208. P. 191–364.

Eenennaam van A.L., Eenennaam van J.P., et al. Evidence of female heterogametic genetic sex determination in white sturgeon // *J. Hered.* 1999. Vol. 90. P. 231–233.

Mims S.D., Shelton W.L., et al. Induced meiotic gynogenesis of paddlefish *Polyodon spathula* // *J. World Aquacult. Soc.* 1997. Vol. 28. No. 4. P. 334–343.

Piferrer F. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish // *Aquaculture*. 2001. Vol. 197. P. 229–281.

Querat B., Sellouk A., Salmon C. Phylogenetic analysis of the vertebrate glycoprotein hormone family including new sequences of sturgeon (*Acipenser baerii*) subunits of two gonadotropins and the thyroid-stimulating hormone // *Biol. Reprod.* 2000. Vol. 63. P. 222–228.

Yamamoto T. Sex differentiation // *Fish physiology*. N.-Y.: Academic Press, 1969. Vol. III. P. 117–177.

ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ БЕСТЕРА ПО СОДЕРЖАНИЮ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В МЫШЦАХ

Н.А. Абросимова¹, Г.Г. Матишов^{1,2}, К.С. Абросимова¹, Е.Б. Абросимова¹

¹Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

²Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
sru-38.2@donstu.ru

Осетроводство как одно из направлений приобретает всё большее значение в мировой аквакультуре, что обусловлено резким снижением численности популяций осетровых видов рыб в естественных водоемах всех континентов при повышенном спросе на мясо и дериваты, особенно икру, высокая стоимость которых определяет их коммерческую привлекательность.

В настоящее время коммерческое осетроводство достаточно развито в Канаде и США, Франции и Италии, где осетровых выращивают на мясо и икру. Успешно товарное осетроводство развивается в Китае, Вьетнаме, Венгрии, Польше, Германии, Португалии и Испании. Развитию товарного осетроводства способствуют разработанные технологии, адаптированные к условиям соответствующих регионов (стран), и искусственные корма для разновозрастных рыб.

Интенсивная аквакультура осетровых развивается в трех направлениях: выращивание в прудах, проточных бассейнах и установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Доминирующими объектами в отечественном товарном осетроводстве являются сибирский осетр, стерлядь и различные гибриды, среди которых наибольшее распространение имеет бестер. Эти объекты характеризуются высоким темпом роста и ранними сроками созревания, а также высокой экологической пластичностью, что позволяет им быстро адаптироваться к условиям содержания в различных рыбоводных емкостях и сухим гранулированным комбикормам.

Известно, что условия обитания, в том числе питание, существенно влияют на химический состав рыб, характеризующий не только их пищевую ценность, но и физиологическое состояние, обеспечивающее нормальное развитие организма и функционирование отдельных органов.

В обеспечении нормального функционирования пойкилотермных животных, к которым относятся и рыбы, значительная роль принадлежит липидам. Причем выживаемость рыб в неблагоприятных условиях в большей степени зависит от состава и уровня жирных кислот, особенно соотношения насыщенных и ненасыщенных, в первую очередь полиненасыщенных жирных кислот. При этом нормальный ход обменных процессов в клетке, зависящий от работоспособности биомембран на молекулярном уровне, обеспечивает именно это соотношение [Крепс, 1981; Сидоров, 1983].

Установлено, что полиненасыщенные жирные кислоты $\omega 6$ и $\omega 3$ являются незаменимыми для рыб и в процессе метаболизма, помимо пластической и регуляторной функции, используются также в качестве источника энергии [Гершанович и др., 1991]. Необходимый уровень этих кислот способствует нормальному развитию организмов и функционированию отдельных органов. Недостаток незаменимых жирных кислот не только негативно влияет на рост рыб, но и ведет к нарушениям репродуктивной системы и увеличению патологических симптомов [Гершанович и др., 1991; Абросимов, 2008]. Уменьшение концентрации полиненасыщенных кислот в организме свидетельствует о снижении сопротивляемости рыб вследствие воздействия стресса.

Существенное значение в метаболизме липидов играет арахидоновая кислота (20 : 4 $\omega 6$). Являясь своеобразным модулятором метаболизма фосфолипидов, она придает стабильность их молекуле.

Рыбы и водные беспозвоночные характеризуются высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот ω_3 , в особенности докозагексаеновой кислоты (22 : 6 ω_3). Этой кислоте отводится универсальная роль в адаптации гидробионтов к изменениям температуры, давления, степени солености воды на субклеточном, клеточном и тканевом уровнях [Шульман, Юнева, 1990; Рабинович, Рипатти, 1994]. Отмечена положительная связь выживаемости икры и предличинок рыб с уровнем полиненасыщенных жирных кислот и докозагексаеновой кислоты в мышцах производителей [Юнева и др., 1990].

Задачей наших исследований являлось определение качественного и количественного состава жирных кислот мышц бестера, выращенного в УЗВ, проточных бассейнах и прудах. Кормление рыб осуществляли гранулированными комбикормами фирмы «БиоМар».

Для решения поставленной задачи двухлеток бестера из УЗВ ($S_{\text{бассейна}} = 15 \text{ м}^2$), проточного бассейна ($S = 16 \text{ м}^2$) и пруда ($S = 50 \text{ м}^2$) с регулируемой водоподачей, выращенных в производственных условиях, отбирали по 5 экз. по принципу групп-аналогов, массой в пределах 500–540 г.

При определении жирных кислот липиды предварительно экстрагировали по Фолчу (в прописи [Абросимов и др., 2006]). Качественный и количественный состав жирных кислот определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «ЦВЕТ-5». В качестве неподвижной среднеполярной фазы использовали «Лас 2R-446» – 27 %. Идентификацию жирных кислот осуществляли путем сравнения графиков зависимости логарифмов удерживаемых объемов от длины цепи углеродных атомов. В качестве метчиков использовали стандартные смеси метиловых эфиров жирных кислот – «Sigma-189-1» и «Sigma-189-6».

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью прикладной компьютерной программы Excel.

Сравнительный анализ липидов мышц бестера при различных технологиях выращивания выявил определенные различия в составе жирных кислот (табл. 1).

Таблица 1

СОСТАВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ЛИПИДОВ В МЫШЦАХ БЕСТЕРА, %

Жирные кислоты	УЗВ	Проточные бассейны	Пруды
14: 0	1,40 ± 0,10	1,53 ± 0,23	1,83 ± 0,03
14: 1	0,87 ± 0,22	1,67 ± 0,27	1,33 ± 0,23
15: 0	1,30 ± 0,15	1,03 ± 0,07	1,47 ± 0,27
15: 1	0,63 ± 0,03	0,77 ± 0,12	0,83 ± 0,03
16: 0	21,60 ± 0,29	20,4 ± 0,64	23,70 ± 1,72
16: 1	7,50 ± 0,06	6,60 ± 0,20	7,30 ± 0,55
17: 0	1,43 ± 0,09	1,80 ± 0,17	2,07 ± 0,20
17: 1	0,73 ± 0,03	0,73 ± 0,09	1,00 ± 0,10
18: 0	6,83 ± 0,15	6,50 ± 0,06	7,33 ± 0,07
18: 1	27,07 ± 0,59	31,73 ± 1,62	24,97 ± 4,48
18: 2	4,50 ± 0,38	4,53 ± 0,44	6,53 ± 0,55*
18: 3	1,40 ± 0,31	1,37 ± 0,18	0,77 ± 0,18*
18: 4	0,33 ± 0,03	0,43 ± 0,15	0,13 ± 0,03
20: 1	3,43 ± 0,15	2,77 ± 0,48	3,97 ± 0,62
20: 2	0,60 ± 0,06	0,67 ± 0,03	0,87 ± 0,03
20: 3	0,60 ± 0,06	0,57 ± 0,07	0,80 ± 0,06
20: 4	4,10 ± 0,06	4,30 ± 0,36	5,40 ± 0,40*
20: 5	3,73 ± 0,09	3,47 ± 0,12	2,77 ± 0,09
22:1	0,60 ± 0,10	0,60 ± 0,10	0,67 ± 0,13
22: 2	0,63 ± 0,03	0,50 ± 0,06	0,70 ± 0,06
22: 4	0,43 ± 0,03	0,50 ± <0,00	0,70 ± 0,06
22: 5	2,03 ± 0,13	1,83 ± 0,15	1,17 ± 0,12*
22: 6	8,23 ± 0,70	6,20 ± 0,26	4,37 ± 0,22*
Насыщенные	32,57 ± 0,70	31,27 ± 1,05	35,77 ± 2,20
Моноеновые	40,83 ± 0,09	44,37 ± 1,33	40,01 ± 3,08
Полиеновые	26,60 ± 0,68	24,37 ± 0,55	24,20 ± 0,87
ω_3	15,73 ± 1,20	13,30 ± 0,62	9,20 ± 0,49*
ω_6	10,87 ± 0,52	11,07 ± 0,30	15,00 ± 1,06*

Примечание. *P < 0,05.

Отмечено более низкое (хотя и незначительное, на 9–14 %) содержание у бестера из УЗВ и бассейнов пальмитиновой кислоты (16 : 0), играющей существенную роль в изменениях органов. При этом содержание олеиновой кислоты (18 : 1) у рыб в УЗВ и бассейнах превышало показатели в прудах на 8–27 %. Однако эти различия не были достоверными.

Рассматривая полиненасыщенные жирные кислоты с наибольшей физиологической активностью, следует отметить достоверно высокий уровень (выше более чем на 30 %) линолевой (18 : 2 ω6) и на 26–32 % – арахидоновой кислоты (20 : 4 ω6) у прудового бестера. Более высокий уровень арахидоновой кислоты (на 26–32 %) у прудового бестера, по-видимому, является адаптацией к нестабильному термическому и газовому режиму, характерному для прудов.

При выращивании в прудах у молоди достоверно снижено (по сравнению с бассейновой и молодью из УЗВ) содержание линоленовой кислоты (18 : 3 ω3) – в 1,8 раза, докозапентаеновой (22 : 5 ω3) – в 1,6–1,7 раз, докозагексаеновой (22 : 6 ω3) – в 1,4–1,9 раз.

Ввиду перечисленных различий количественного состава жирных кислот в мышцах бестера при выращивании в УЗВ и бассейнах концентрация суммы ω3 превышала в 1,5–1,7 раз по сравнению с прудами, а сумма ω6 кислот была ниже почти в 1,4 раза.

Соотношение ω3/ω6 в мышцах бестера из УЗВ и бассейнов, в отличие от прудов, соответствовало физиологической норме (более 1) и превышало данный показатель у прудовых рыб в 1,7 и 1,4 раза (рис. 1).

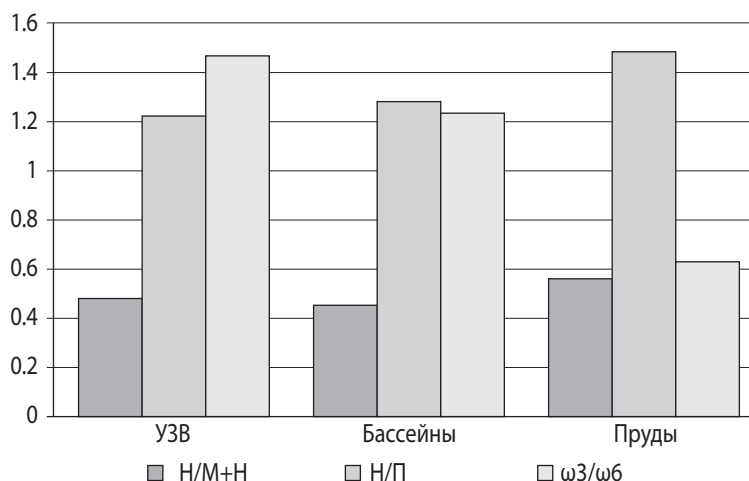


Рис. 1
Соотношение жирных кислот
в мышцах бестера
в различных условиях выращивания:
Н – насыщенные; М – моноеновые;
П – полиненасыщенные

Ранее мы отмечали, что нормальный ход обменных процессов и выживаемость рыб в неблагоприятных условиях в большей степени зависит от соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, в первую очередь полиненасыщенных. С этих позиций наиболее благоприятно соотношение насыщенных и ненасыщенных, а также насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот у бестера из УЗВ и бассейнов. У них эти соотношения на 14–20 % меньше, чем у прудовых рыб, что может свидетельствовать о больших возможностях адаптации к стрессовым ситуациям при выращивании.

Таким образом, при выращивании в условиях УЗВ и проточных бассейнов, где условия содержания контролируются и достаточно стабильны, корма физиологически полноценны, а режим кормления регламентирован, отмечается более высокий уровень накопления полиненасыщенных жирных кислот ω3 ряда, что может быть залогом лучшей выживаемости, роста и развития репродуктивных органов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абросимов С.С. Стабилизация свободнорадикального окисления липидов у молоди *Acipenser stellatus* при интенсивном выращивании // Научный журнал. Тр. Кубанского гос. аграрного ун-та. 2008. Вып. 3 (12). С. 77–81.
- Абросимова Н.А., Абросимов С.С., Саенко Е.М. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры. Ростов н/Д: Эверест, 2006. 144 с.
- Гершанович А.Д., Ланин В.И., Шатуновский М.И. Особенности обмена липидов у рыб // Успехи современной биологии. 1991. Т. 111. Вып. 2. С. 207–219.
- Крепс Е.М. Липиды клеточных мембран. Л., 1981. 339 с.
- Рабинович А.Л., Рипатти П.О. Полиненасыщенные углеводородные цепи липидов: структура, свойства, функции // Успехи современной биологии. 1994. Т. 114. Вып. 10. С. 581–593.

Сидоров В.С. Экологическая биохимия рыб. Липиды. Л., 1983. 240 с.

Шульман Г.Е. Юнева Т.В. Роль докозагексаеновой кислоты в адаптациях рыб (обзор) // Гидробиологический журнал. 1990. Т. 26. № 4. С. 43–51.

Юнева Т.В., Шульман Г.Е., Чебанов Н.А. и др. Связь содержания докозагексаеновой кислоты в теле производителей с выживаемостью икры и предличинок горбуши // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1990. № 10. С. 85–89.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОВОДОРОСЛИ *Spirulina platensis* ПРОИЗВОДСТВА НПО «БИСОЛЯР МГУ» МГУ им. М.В. ЛОМОНОСОВА

Н.С. Акуленко, И.В. Глебова

Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова, г. Курск
akulanataliya@yandex.ru

В последнее десятилетие всё большее внимание уделяется одноклеточной водоросли *Spirulina platensis*. Многочисленные исследования химического состава биомассы *Spirulina platensis* свидетельствуют, что она является уникальным природным продуктом. Ценность спирулины заключается в физиологической сбалансированности состава белков, углеводов, витаминов, аминокислот.

Целью работы явилось изучение физико-химических показателей микроводоросли *Spirulina platensis* производства НПО «Биосоляр МГУ» (ТУ 9284-004-17230230-03) в сравнении с данными о спирулине, имеющимися в научной литературе.

Промышленная биотехнология культивирования микроводоросли спирулины, разработанная учеными МГУ, была впервые внедрена в России в 1990 г., в Молдавии – в 1992 г., на Украине – в 1994 г. В эти годы там были созданы дочерние предприятия или внедрена отечественная технология промышленного культивирования микроводоросли спирулины. В природных условиях спирулина произрастает в озерах Африки (*Spirulina platensis*) и Латинской Америки (*Spirulina maxima*), в настоящее время промышленного сбора спирулины там не производится.

Научный интерес был обращен на получение данных физических характеристик и результатов химического анализа биомассы спирулины.

Повышенное внимание к спирулине объясняется прежде всего большим содержанием белка в биомассе, которое достигает 50–70 % сухого веса клетки (рис. 1). Для сравнения: это почти в 3,5 раза больше, чем в бобовых – горохе, фасоли и зерновых культурах.

Анализ полученных результатов показал, что в ее составе содержится 6,3 % воды, 64,8 % сырого протеина, 5 % жиров, 15,3 % углеводов и 8,6 % минеральных веществ, что соответствует данным, имеющимся в литературе.

Химическими анализами был установлен следующий состав сухого вещества водоросли: сырая зола – 6,4 %, клетчатка – 3 %, общий азот – 10,4 %.

Кроме того, спирулина не содержит в своих клеточных стенках жесткой целлюлозы, в отличие от других водорослей, например хлореллы. Такое клеточное строение спирулины позволяет белку лучше усваиваться и ассимилироваться в организме.

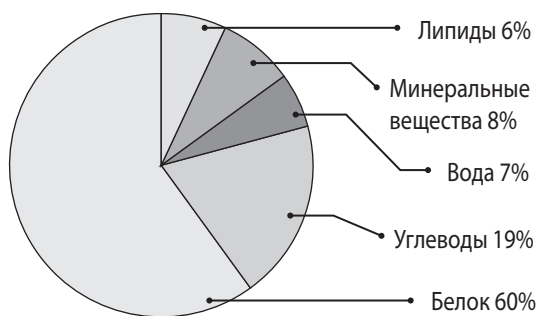


Рис. 1
Общий состав спирулины

Белок принято считать полноценным, если наряду с заменимыми аминокислотами он содержит все незаменимые аминокислоты, которые не производятся организмом и должны поступать в него с пищей. Аминокислотный состав спирулины идеально сбалансирован, если не принимать во внимание легкий недостаток серосодержащих аминокислот, в частности метионина. Результаты анализа аминокислотного состава спирулины приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

НЕЗАМЕНИМЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ

Название аминокислоты	Доля суммарного белка, %		Характеристика
	по данным лит-ры [Кедик и др., 2006]	результат исследований	
Лейцин + изолейцин	14,4	14,1	Требуется для оптимального роста, развития, равновесия азота в организме
Лизин	5,1	5,2	Строительный блок антител крови
Фенилаланин	5,0	4,8	Необходим щитовидной железе для синтеза тироксина, который регулирует скорость метаболизма
Метионин	2,6	2,9	Жизненно необходим, участвует в метаболизме жиров и липидов
Треонин	5,4	5,2	Стимулирует функцию желудочно-кишечного тракта
Триптофан	1,5	-	Улучшает усвояемость витаминов группы В. Укрепляет нервную систему
Валин	7,5	7,5	Стимулирует мышечную координацию

Спирулина в своем составе содержит абсолютно полноценный белок, он представляет собой весь спектр аминокислот. Так, содержание незаменимых аминокислот достигает 42 % от общего количества аминокислот. Несбалансированность питания по незаменимым аминокислотам приводит к серьезным нарушениям белкового синтеза с неизбежно вытекающими из этого негативными последствиями: изменением структуры мембран клеточных органелл, деградацией ферментной системы регуляции обмена веществ, нарушением биосинтеза важных азотсодержащих соединений и т. д.

Таблица 2

ЗАМЕНИМЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ

Название аминокислоты	Доля суммарного белка, %		Характеристика
	по данным лит-ры [Кедик и др., 2006]	результат исследований	
Аланин	7,9	8,0	Укрепляет клеточные стенки
Аспарагиновая кислота	9,1	-	Способствует превращению углеводов в энергию клетки
Цистеин	0,9	-	Стимулирует деятельность поджелудочной железы, которая стабилизирует уровень сахара в крови и метаболизм углеводов
Глутаминовая кислота	12,7	-	Наравне с глюкозой одна из основных топливных молекул для клеток головного мозга
Глицин	4,8	4,9	Повышает энергетический статус клеток
Гистидин	1,5	1,2	Усиливает передачу нервного импульса, особенно в органах слуха
Пролин	4,1	4,5	Предшественник глутаминовой кислоты
Серин	5,3	4,8	Участвует в образовании защитных жировых оболочек вокруг нервных нитей
Тирозин	4,6	4,4	Подавляет центры гипоталамуса, отвечающие за чувство голода. Вовлечен в процессы пигментации волос и кожи

Анализ полученных результатов показал, что в целом по содержанию большинства аминокислот исследуемая биомасса спирулины соответствует данным, описанным в научной литературе [Кедик и др., 2006].

Небольшие отклонения в десятых долях процентов не играют существенной роли, так как входят в погрешность проводимых измерений (табл. 1, 2). Лабораторный анализ аминокислотного состава белка спирулины проводился методом капиллярного электрофореза, реализованного на приборе «Капель-105М». Методика (М-04-38-2009, ГОСТ Р 55569-2013) предназначена для определения массовой доли аминокислот в кормах, комбикормах и в исходном сырье для их производства в форме фенилизотиокарбамильных производных (ФТК-производных). Метод основан на разложении проб кислотным гидролизом с переводом аминокислот в свободные формы, получении ФТК-производных, дальнейшем их разделении и количественном определении методом капиллярного электрофореза. Детектирование проводилось в УФ-области спектра при длине волны 254 нм.

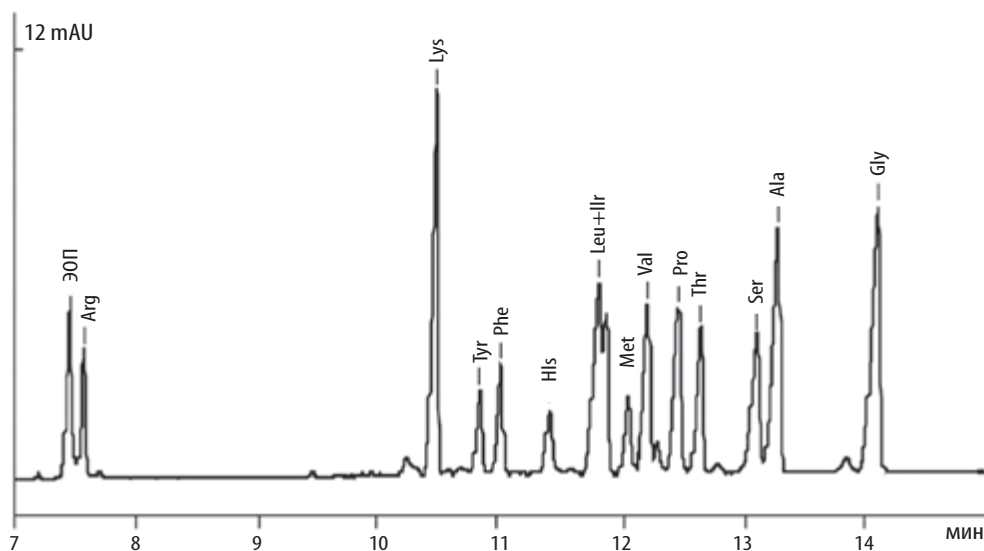


Рис. 2

Электрофореограмма пробы кислотного гидролизата спирулины

В ходе работы были проведены исследования физико-химических показателей микроводоросли *Spirulina platensis* производства НПО «Биосоляр МГУ» (ТУ 9284-004-17230230-03), выполнено сравнение с данными о спирулине, имеющимися в научной литературе. Результаты проведенных исследований показали, что *Spirulina platensis* производства НПО «Биосоляр МГУ» отличается высоким содержанием белка в биомассе – 64,8 %, что на 8 % выше, чем описано в литературе; меньшим содержанием влаги, около 6 %; более низким содержанием клетчатки – 2 %. Аминокислотный состав – уникальный природный комплекс, так как белки являются биологически полноценными, что означает, что они обеспечивают все восемь незаменимых аминокислот в необходимой пропорции.

Таким образом, основные физико-химические показатели микроводоросли *Spirulina platensis* производства НПО «Биосоляр МГУ» позволяют успешно применять ее в качестве биологически активного комплекса в рационах кормления взрослых особей и молодняка сельскохозяйственных животных и птицы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Архипов А.В., Торопова Л.В., Кузницына Т.А. и др. Использование синезеленых водорослей в рационах животных: уч. пос. М., 2003. 21 с.
- Кедик С.А., Ярцев Е.И., Гультяева Н.В. (авт. и сост.) Спирулина – пища XXI века. М.: Фарма Центр, 2006. 166 с. Спирулина МГУ / Биосоляр МГУ. URL: <http://spirulina-mgu.ru>
- Muller-Feuga A. The role of microalgae in aquaculture: situation and trends // J. Appl. Phycol. 2000. Vol. 12. P. 527–534.
- Richmond A. Microalgal biotechnology at the turn of the millennium: A personal view // J. Appl. Mycology. 2000. Vol. 12. P. 441–451.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ НА КОМБИКОРМАХ С ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КРАБОВ

А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, Ю.В. Сергеева

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
kafavb@yandex.ru

Добыча морских ракообразных во всем мире привела к появлению больших объемов панцирьсодержащих отходов, которые составляют до 50 % от сырья в зависимости от технологической схемы переработки. Панцири креветок, криля, крабов являются ценным сырьем для получения полимеров природного происхождения – хитина, хитозана, их производных и продуктов деполимерзации – аминоксахаров D-глюкозамина и N-ацетил-D-глюкозамина. При получении вышеперечисленных продуктов параллельно образуются отходы производства, представляющие интерес в качестве кормовых белковых продуктов и белковых гидролизатов. Основным компонентом, имеющим на сегодняшний день практическое значение, является хитин [Акопова и др., 1996]. Хитин и хитозан – природные полимеры, обладают множеством полезных свойств, что делает их применимыми (а в ряде случаев незаменимыми) в промышленности, медицине и сельском хозяйстве. Установлено, что при искривлении позвоночника нарушается обмен гликозаминогликанов. Мономером хитина является D-глюкозамин гидрохлорид. Глюкозамин – универсальный предшественник и строительный блок всех необходимых суставных смазок и тканей-амортизаторов, которые известны как гликозаминогликаны, включающие гиалуроновую кислоту и хондроитин сульфат, и протеогликаны, образующиеся из них. Добавление глюкозамина гидрохлорида увеличивает производство хондроитин сульфата и других гликозаминогликанов [Ениколопов и др., 2001].

Сколиоз, или искривление позвоночника, у рыб может быть вызван близкородственным разведением, кислородным голоданием в посленерестовый период, а также достаточно высокими температурами воды в течение всего периода выращивания. Первопричиной сколиоза могут также являться нарушения обмена веществ [Беленький, 1977]. Так, было установлено, что сколиоз связан с повышенной экскрецией аминного азота [Казьмин, 1981]. По мнению ученых [Князева, 1992], сколиоз животных и рыб несомненно связан с недостатком витамина С, других незаменимых питательных веществ. У рыб, выращенных на С-дефицитной диете, были обнаружены два взаимосвязанных синдрома: плохое заживление ран и деформация скелета.

Использование крабовой муки в качестве замены 10 % рыбной муки в составе стартовых и продукционных комбикормов для осетровых рыб позволяет повысить прирост массы на 5–6 %, выживаемость – до 81 % при низких кормовых затратах [Бахарева, Харламова, 2004]. Такая биологическая активность муки из панциря краба объясняется высоким содержанием белка – до 36 %, жира – до 10 % [ГОСТ 2116-82], а также наличием в достаточном количестве минеральных и биологически активных веществ, необходимых для роста и развития. Присутствие в составе муки панцирьобразующих веществ – хитина и хитозана, а также каротиноида астаксантина – способствует нормализации обменных процессов. Природный хитин обладает свойством биосовместимости с тканями животных. Попадая в организм, он разрушается до глюкозаминов, которые используются для синтеза гликозаминогликанов, и способствует восстановлению костной и хрящевой ткани. Присутствие в крабовой муке природного каротиноида астаксантина – источника витамина А – стимулирует синтез хондроитин сульфата и тем самым способствует росту костей, а его недостаток приводит к их резорбции [Березов, Коровкин, 1998].

Таким образом, мука из панциря краба может быть источником важнейших биологически активных веществ, необходимых для нормального функционирования обменных процессов в межклеточном веществе хрящевой ткани рыб.

Развитие сколиотической болезни также может быть связано недостаточным поступлением в организм ряда витаминов. Снижение их концентрации приводит к нарушению синтеза гидроксипролина, снижению всасывания кальция и фосфора из кишечника и активации его всасывания из крови в костную ткань. Последствием таких нарушений является образование незрелого коллагена, не способного связывать ионы двухвалентного кальция, что приводит к нарушениям в процессах минерализации скелета. У рыб дефицит аскорбиновой кислоты вызывал снижение концентрации коллагена в тканях на 42 %, причем содержание гидроксипролина в нем было экстремально низким [Емелина и др., 1970]. В связи с этим комплексное использование хитинсодержа-

щего компонента и витаминов, повышающих эффективность транспорта кальция и фосфора в костную ткань, позволит предупредить часто встречающееся у молодежи искривление позвоночного столба.

Высокое содержание протеина в крабовой муке позволило провести замену 10 % рыбной муки на профилактическую добавку. Добавление муки из панциря краба, обогащенной витаминами, оказало положительное влияние на рост ранней молодежи русского осетра, а также выраженное профилактическое действие на развитие сколиотической болезни.

Выращивание сеголеток русского осетра проводили в бассейнах с регулируемым температурным режимом. В первый месяц эксперимента выращивание проводили при оптимальной температуре воды (22–23 °С), кормление осуществляли комбикормом с профилактической добавкой. Признаков искривления позвоночника у рыб как в опытном варианте, так и в контрольном не отмечалось. Среднесуточный прирост рыб, потреблявших комбикорм с профилактической добавкой, был выше на 6 %, чем в контрольном варианте. Выживаемость также была достаточно высокой у молодежи при использовании комбикорма с добавкой.

Через 30 суток температуру воды стали постепенно повышать сначала до 25 °С, затем установили постоянную температуру 28 °С. Кормление рыб в опытном варианте также проводили профилактическим кормом. В контрольном варианте через 30 суток после установления высокой температуры воды стали появляться единичные экземпляры с признаками искривления осевого скелета. В варианте, где рыбы потребляли профилактический комбикорм, такое явление отсутствовало.

По мнению Н.С. Строганова [1962], изменение температуры воды приводит к адаптивным преобразованиям, связанным с морфологической перестройкой организма рыб. Повышение или понижение температуры способствует изменению плотности воды, что отражается на процессе сегментации позвоночника в эмбриональный период. Низкая температура стимулирует обменные процессы в организме, в том числе и метаболизм в межклеточном веществе хрящевой ткани, и способствует росту позвонков, высокая температура воды снижает их количество. На более поздних стадиях развития, когда интенсивная фаза роста рыб закончилась, изменений в количестве метамеров не наблюдается.

Результаты выращивания показали, что рост сеголеток русского осетра достаточно интенсивный. Включение в комбикорм муки из панциря краба, обогащенной витаминами, способствовало нормальному росту позвоночника. Количество особей с признаками сколиотической болезни в этом варианте было меньше и составило 7 %, тогда как в контрольном варианте этот показатель был достаточно высоким – 21 %.

Масса рыб, не потреблявших с кормом продукты глубокой переработки крабов с витаминами, в конце эксперимента практически не отличалась от массы в опыте, однако их длина была разной. Рыбы опытного варианта были более прогонистыми, чем в контроле, где у некоторых особей наблюдалась деформация позвоночника. Это свидетельствует о том, что рост позвоночного столба у рыб контрольного варианта снизился и не успевал за приростом массы (т. е. увеличением размера мышечного сегмента), что привело к искривлению. Высокая температура воды увеличила потребность рыб в витаминах, так как в результате действия теплового стресса траты этих веществ в организме повышаются. Высокое содержание в добавке витаминов, способствующих улучшению минерального обмена, запускает внутренние процессы, связанные с адаптацией организма к факторам стресса, и снижает его воздействие [Бахарева, Грозеску, 2000]. Астаксантин, содержащийся в крабовой муке, восстанавливает ресурсы ретинола в организме, снижая действие теплового стресса.

Таким образом, высокое содержание хитина как источника гликозамингликанов в добавке на основе муки из панциря краба, обогащенной витаминами, позволяет применять ее для профилактики сколиоза у осетровых рыб. Особенно актуальным это становится при выращивании осетровых рыб в промышленных условиях, где недостаток кислорода и некачественные корма могут привести к нарушению обмена веществ и, как следствие, к возникновению сколиоза. В связи с этим рекомендуется применять комбикорма с добавлением продуктов глубокой переработки крабов, обогащенных витаминами, в промышленных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акопова Т.А., Роговина С.З., Горбачева И.Н., Вихорева Г.А., Зеленецкий С.Н. Влияние на структуру и свойства хитозана // Высокомолекулярные соединения. А. 1996. Т. 38. № 2.
- Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н. Снижение действия стресс-факторов путем введения витаминов в комбикорма для осетровых рыб // Мат-лы междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию АГТУ. Астрахань, 2000. Т. 2. С. 196–198.
- Бахарева А.А., Харламова Ю.В. Возможность использования продуктов глубокой переработки ракообразных в составе комбикормов для осетровых рыб // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2004. № 2 (21). С. 95–101.
- Беленький И.В. Морфогенез сколиотической болезни в генетическом аспекте. М.: Медицина, 1977. 350 с.
- Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. М.: Медицина, 1998. 704 с.

- ГОСТ 2116-82. Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. 1983.
- Емелина Н.Г., Крылова В.С., Петрухова Е.А., Бромлей Н.В. Витамины в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц. М.: Колос, 1970. 310 с.
- Ениколопов Н.С., Гальбрайт Л.С., Роговина С.З., Вихорева Г.А., Аكوпова Т.А., Сахоненко Л.С., Зеленецкий С.Н. Способ получения хитозана. Пат. 1760749 РФ. 2001. 24 с.
- Казьмин А.И., Кон И.И., Беленький В.Е. Сколиоз. М.: Медицина, 1981. 272 с.
- Князева Л.М. Динамика содержания витамина С в печени радужной форели при кормлении пастообразными и гранулированными кормами // Известия ГосНИОРХ. Вып. 127. 1992. С. 71–76.

ТИРЕОИДНЫЕ ГОРМОНЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

Н.Е. Бойко, Л.П. Ружинская, А.В. Войкина

Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, г. Ростов-на-Дону

Представление о функции тиреоидных гормонов долгое время основывалось на изучении живых объектов, обладающих сформированным мозгом и эндокринными железами. Затем пришло понимание необходимости этих гормонов для роста и дифференцировки. Также оказалось, что высшие животные и организмы с менее сложной организацией (беспозвоночные) имеют тиреоидные гормоны в своем составе, а гормональный сигнал, регулирующий развитие и метаболизм, не всегда может являться продуктом их собственной жизнедеятельности [Eales, 1997]. Благодаря этим данным современная эндокринология значительно расширила свои границы и стала одной из центральных тем в мировой аквакультуре, задачей которой является оптимизация развития и роста водных объектов в искусственных условиях среды.

В конце двадцатого столетия было установлено, что в период созревания в ооциты рыб переходит много биоактивных веществ – нейrogормонов, нейромедиаторов, факторов роста. Яйца рыб содержат глюкокортикоиды (кортизол), а также половые и тиреоидные гормоны. Тироксин (Т4) и трийодтиронин (Т3) найдены у морских и пресноводных видов рыб [Brown et al., 2014]. В 1990-е гг. при исследовании осетровых рыб, культивируемых на рыбоводных заводах Нижнего Дона, нам впервые удалось показать наличие в яйцеклетках материнских тиреоидных гормонов, а также продемонстрировать их участие в развитии по характеру изменения гормонального «запаса» у потомств с различной жизнеспособностью.

Так как поступление гормонов в зародыши рыб возможно при обработке материнского организма или яиц, этот способ на первый взгляд кажется удобным для улучшения качества потомства. Обобщение многочисленных результатов хронических экспериментов с гормонами в отечественной и мировой практике свидетельствует о том, что более высокий тиреоидный статус личинок в ряде случаев обеспечивает личинкам определенные преимущества в выживаемости и развитии. Но такое развитие не всегда протекает нормально, особенно при воздействии гормонами в хроническом режиме и при использовании высоких концентраций гормонов, в особенности Т3. В зарубежной аквакультуре многолетний опыт исследований эффектов гормонального воздействия показал, что ограничения на выбор и разработку методов накладывает репродуктивная стратегия вида, являющегося объектом аквакультуры [Brown et al., 2014]. Объекты, положительно реагирующие на гормональную обработку повышением скорости роста и выживаемости, являлись по преимуществу морскими видами рыб с пелагической мелкой икрой, обладающей невысокими материнскими гормональными резервами. В естественных условиях среды такие виды демонстрируют высокий уровень смертности. У пресноводных рыб, имеющих более крупные яйца со значительными запасами желтка и более высокой вероятностью выживания, положительные результаты гормонального воздействия часто весьма проблематичны. В отношении осетровых рыб нами выявлены многие отрицательные эффекты хронического воздействия гормонами (в том числе морфологические аномалии), связанные, как установлено, с периодичностью процессов в раннем онтогенезе, требующих не постоянной, а меняющейся концентрации тиреоидных гормонов

[Ноздрачев и др., 2008]. Адекватным для личинок осетровых рыб явилось кратковременное воздействие, совпадающее во времени с истощением материнских резервов желтка и ростом «естественного» гормонального фона особей. В этом случае применяемая однократно, в течение часа, гормональная стимуляция оказывала благоприятное воздействие на выживаемость, последующий рост и защитные функции рыб. В дальнейшем у мальков осетровых рыб гормональный фон изменялся в сторону показателей, характерных для быстрорастущих рыб, с увеличением доли трийодтирониновой фракции и уменьшением уровня базального кортизола, фактора, угнетающего рост. Эти данные показали, что у рыб, как и у высших животных, система регуляции роста стимулирует клеточный рост только в том случае, если тиреоидная система посредством Т3/Т4 стимулирует клеточный метаболизм.

Имеется еще один аспект, связанный с эффектами тиреоидных гормонов, который важно учитывать в условиях аквакультуры, контролирующей пищевые потребности выращиваемых рыб. В период начального питания личинок замена натуральной диеты комбикормами в последующем может влиять на их гормональный статус. В естественной среде обитания личинки и молодь рыб по пищевым цепям получают не восполняемые другим способом, но необходимые для развития биорегуляторы, источником которых, в свою очередь, являются микроорганизмы и водоросли, например полиненасыщенные жирные кислоты, витамины. Их потребление необходимо для успешного перехода в ювенильное состояние и формирования важнейших адаптаций, связанных с ориентацией [Masuda, 2003]. Для рыб такие компоненты пищи считают ключевыми факторами развития. Осетровые рыбы на начальных стадиях развития питаются планктонными и бентосными организмами, такими как дафнии, циклопы, личинки хирономид. Из практики осетроводства известно благоприятное воздействие живых кормов: в этом случае молодь по своему функциональному состоянию, выживаемости и поведению может вполне соответствовать таковой из естественных водоемов [Баденко, Чихачева, 1984]. Согласно нашим данным, «естественные» пищевые объекты личинок и молоди осетровых рыб содержат тиреоидные гормоны в количествах, которые могут быть выше, чем показатели гормонов в организме потребителей. Уже через три дня после начала потребления личинками осетровых рыб богатыми гормонами личинок хирономуса и живых дафний нами отмечено изменение тиреоидного статуса в направлении, свойственном рыбам с высокой интенсивностью роста.

Нами установлено, что высокий тиреоидный статус у личинок осетровых рыб в так называемый второй критический период раннего развития (начало активного питания) обеспечивает формирование приспособительного поведения молоди, в том числе связанного с распознаванием химических сигналов среды. Это приспособление особенно важно, если целью выращивания является пополнение или восстановление естественных популяций. Рыбы с тиреоидным дефицитом, выпускаемые в природные условия, становятся легкой добычей для хищников [Colborn, 2002].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баденко Л.В., Чихачева В.П. Критерии и методы оценки жизнестойкости молоди азовских осетровых, выпускаемой осетровыми заводами // Рыбохозяйственное значение внутренних водоемов Азовского и Каспийского бассейнов. М., 1984. С. 41–55.
- Ноздрачев А.Д., Бойко Н.Е., Григорьян Р.А. Изменение циклического аденозинмонофосфата в раннем онтогенезе осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt // Доклады РАН. 2007. Т. 413. № 3. С. 1–3.
- Brown C.L., Urbinati E.C., Zhang W. et al. Maternal Thyroid and Glucocorticoid Hormone Interactions in Larval Fish Development, and Their Applications in Aquaculture // Reviews in Fisheries Science & Aquaculture. 2014. Vol. 22. P. 207–220.
- Colborn T. Impact of endocrine disruptors on brain development and behavior // Environ. Health Perspect. Suppl. 2002. Vol. 110. No. 3. P. 335–355.
- Eales J.G. Iodine metabolism and thyroid-related functions in organisms lacking thyroid follicles: are thyroid hormones also vitamins? // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1997. Vol. 214. P. 302–317.
- Masuda R. The critical role of docosahexaenoic acid in marine and terrestrial ecosystems: from bacteria to human behavior // The Big Fish Bang. Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference. Ed. Howard I. Browman et al. Publ. by the Institute of Mar. Res., Postboks 1870 Nordnes, Bergen, Norway. 2003. № 5817.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ИНЪЕКЦИИ – ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД СТИМУЛИРОВАНИЯ СОЗРЕВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Э.В. Бубунец¹, А.В. Лабенец², А.В. Жигин³

¹Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации, г. Москва

²Всероссийский НИИ ирригационного рыбоводства, Московская область

³Всероссийский НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии, г. Москва
ed_fish_69@mail.ru

Гормональное стимулирование созревания производителей является ключевым элементом искусственного воспроизводства осетровых. Со времени становления промышленного осетроводства для этого использовались почти исключительно препараты гипофиза осетровых, производственное применение которых продолжалось вплоть до конца прошлого века, пока сохранялась возможность получения необходимого сырья для их изготовления.

В конце истекшего столетия на некоторых видах осетровых исследовалось, наряду с другими гормонами, применение различных форм лютеинизирующего гормона – рилизинг-гормона ЛГ-РГ (LH-RH), различных комбинаций синтетического аналога ЛГ-РГ («Сурфагона») с блокаторами дофамина, хорионического гонадотропина, эстрадиола и других гормонов [Баранникова и др., 2008]. Совокупность накопленных данных показала, что оптимальным для осетровых заменителем гипофизарных препаратов является синтетический аналог ЛГ-РГ – «Сурфагон». Его действие, как и других аналогов ЛГ-РГ, основано на стимуляции освобождения гонадотропина из собственного гипофиза рыбы-реципиента. Лучше всего «Сурфагон» зарекомендовал себя при работе с близкими к зрелости производителями осетровых при быстром прогреве воды [Гончаров и др., 1991]. Применительно, в частности, к северюге из природной популяции было показано, что инъекции препарата являются катализатором, активизирующим гипофиз зрелых рыб [Chabanov, Savelyeva, 1999].

Комбинированное применение гипофизарных препаратов и синтетических аналогов ЛГ-РГ известно, таким образом, давно и получило определенное распространение в рыбоводной практике. Для производителей осетровых рекомендуется после предварительной гипофизарной осуществлять разрешающую инъекцию синтетического препарата (1,0–1,5 мкг/кг). При его инъектировании перед гипофизарным препаратом существует опасность того, что введенный после него экзогенный гонадотропин будет избыточным, что приведет к повреждению (атрезии) ооцитов [Чебанов, Галич, 2013].

Большинство доступных фактических данных относится к работе с производителями осетровых, обитавшими в состоянии естественной свободы, и разработка оптимального регламента стимуляции созревания при полноциклическом культивировании остается весьма актуальной проблемой.

Задачами, которые ставились нами при совершенствовании метода гормональной стимуляции, являлись минимизация затрат труда при максимально возможном выходе конечной продукции – овулировавшей икры, а также оценка количества созревших производителей в зависимости от конкретных условий проведения нерестовой кампании.

В работе использовали производителей северюги, шипа, русского осетра и белуги, выращивавшихся в тепловодных хозяйствах. Первичный отбор вели, ориентируясь на визуальную оценку величины икринок в биопсийных пробах при осенних бонитировках, последующий – путём определения показателя поляризации у фиксированных ооцитов [Казанский и др., 1978].

Фиксированные овулировавшие ооциты обрабатывали в камеральных условиях, из каждого образца произвольно отбирали не менее 100 икринок, индивидуально взвешивали и измеряли диаметр. Цитофизиологическое состояние икры оценивали по показателю плотности икринки. Вариационно-статистическим методом вычисляли средние показатели.

Для инъектирования производителей применяли суспензию ацетонированного гипофиза карпа из расчета 0,4–1,0 мг/кг живой массы рыб. Но основным препаратом являлся «Сурфагон», его дозировка составляла от 1 до 25 мкг/кг массы особей. При этом регистрировали температуру воды и количество созревших самок [Бубунец, 2012].

Качество эякулятов, продуцируемых самцами в ходе рассматриваемых нерестовых кампаний, достаточно подробно рассмотрено нами ранее [Бубунец и др., 2015; Бубунец, 2017], поэтому здесь целесообразно оста-

новиться на эффекте комбинированных инъекций при работе с самками рассматриваемых видов. Основные полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

СОЗРЕВАНИЕ САМОК

Количество самок, экз.	Регламент инъекций				Время созревания, ч		Количество созревших самок, %
	предварительная		разрешающая		начало	окончание	
	температура воды, °С	гипофиз карпа, мг/кг	температура воды, °С	дозировка «Сурфагона»			
Русский осётр							
1	–	–	17–20	10 мл/экз.	–	резорбция	–
2*	13	0,5	13	4 мг/кг	33	34	100,0
15	13	0,5	13–14	3–4 мл/экз.	28	31	100,0
Севрюга							
8	15–16	0,4	15–16	1,8–2,3	21	23	100,0
Шип							
10	–	–	19–22,5	6–10 мл/экз.	22	38	20,0
5	15–16	0,5–1	15–16	6–10 мл/экз.	21	35	100,00
Белуга							
2	13–15	0,3–0,4	13–15	1,0–1,5	–	резорбция	–
7	11–13	0,5–0,6	11–13	1,5–2,5	27	41	100,0

Примечание: * из-за высокой поляризации ооцитов (12–17 %) инъецировали карповым гипофизом.

Таким образом, применение комбинированных инъекций с использованием суспензии гипофизов карповых рыб для предварительной инъекции из расчета 1/10 от общей дозы (4–8 мг/кг) и «Сурфагона» в дозировке 1,5–2,5 мг/кг при разрешающей инъекции дает стабильные положительные результаты по сравнению с применением только «Сурфагона». Овуляция икры у самок происходит наиболее полно, первая партия сцеженной икры составляет 85–90 % при более высоком качестве. Особенно отчетливо эффект комбинированных инъекций проявляется при пониженных температурах воды.

Качество продуцируемой икры является показателем общебиологической и селекционно-племенной ценности, оценивающим самок и прелиминарно характеризующим их потомство. Применительно к осетровым ряд свойств поствителлогенных ооцитов используется также в качестве критериев оценки сырья для икорного производства. Основные размерные характеристики икры впервые нерестующих самок рассматриваемых видов представлены в таблице 2. Оценка полученных значений диаметра (D) ооцитов показывает, что у самок, выращенных в аквакультуре, он заметно отличается в меньшую сторону от икры осетровых, обитающих в состоянии естественной свободы, но соответствует верхней границе интервала среднего размера при использовании для пищевых целей.

Таблица 2

ЦИТОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОВУЛИРОВАВШИХ ООЦИТОВ

Показатели		Шип, n = 7	Севрюга, n = 10	Русский осётр, n = 10	Белуга, n = 5
Диаметр (D), мм	Lim	2,6–3,6	1,97–2,81	2,6–3,5	2,88–3,94
	M±m	2,91 ± 0,01	2,42 ± 0,01	2,98 ± 0,01	3,31 ± 0,01
	Cv±m _{Cv}	5,35 ± 0,30	6,36 ± 0,32	5,28 ± 0,24	5,19 ± 0,25
Масса, мг	Lim	9,50–18,00	7,00–11,00	9,85–15,00	12,00–20,00
	M±m	13,55 ± 0,11	9,21 ± 0,05	12,14 ± 0,06	16,97 ± 0,09
	Cv±m _{Cv}	10,39 ± 0,59	7,37 ± 0,37	7,85 ± 0,35	7,91 ± 0,38
Плотность икры, мг/мм ³	Lim	0,94–1,99	0,92–2,46	0,74–1,27	0,74–2,12
	M±m	1,18 ± 0,01	1,52 ± 0,02	1,01 ± 0,01	1,14 ± 0,01
	Cv±m _{Cv}	11,00 ± 0,62	17,21 ± 0,86	8,32 ± 0,37	17,08 ± 0,82

Коэффициент вариации ооцитов рассматриваемых совокупностей по наибольшему диаметру слабый – не многим более 5 % у белуги, русского осетра, шипа; у севрюги – 6,4 %. Полученные показатели свидетельствуют не только о хорошем рыбоводном качестве овулировавшей икры, но и о ее пригодности для икорного производства по классификации «высший сорт».

Оперирование только линейными показателями размеров икринок при значительной вариативности их формы у осетровых может дать смещенную размерную характеристику, особенно при сравнении разных партий. Более точным критерием оценки размеров икры у осетровых является индивидуальная масса икринок, исключая субъективность оценки. Полученные значения средней массы овулировавших ооцитов также очевидно ниже установленных для икры самок из естественной среды. Продуцирование более мелкой икры самками, выросшими в новом ареале либо выращенными в аквакультурных условиях, или «доместицированных», отмечено и многими другими авторами. Изменчивость ооцитов по массе в целом можно оценить как слабую у белуги, русского осетра и севрюги (7,4–7,9 %), а у шипа – как среднюю (10,4 %). Интегральный показатель – плотность икринок – находится в диапазоне 0,74–2,46 мг/мм³. Изменчивость исследованных ооцитов по плотности у русского осетра слабая (8,3 %), а у шипа, белуги и севрюги – средняя (11,0–17,2 %).

Результаты многочисленных нерестовых кампаний, проведенных в 2003–2015 гг. в цехе выращивания рыбы (ЦВР) Пермской ГРЭС, на Шатурской производственно-экспериментальной тепловодной садковой линии (ШПЭТСЛ), в рыбоводном хозяйстве Электрогорской ГРЭС и предприятии OSIOTR SP.Z O.O. Braniew (Польша), подтверждают достаточно высокое рыбоводное качество получаемых половых продуктов, успешно выращиваемого при их использовании полноценного потомства, служащего для закладки ремонтных стад и товарного выращивания.

Многолетние исследования в промышленных и экспериментальных условиях позволяют рекомендовать ориентированные на производственное применение дозировки и регламент применения комбинированных инъекций для рассмотренных видов анадромных осетровых в условиях культивирования [Бубунец и др., 2014].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баранникова И.А., Тренклер И.В., Дюбин В.П. Значение метода гормональной стимуляции созревания для сохранения и воспроизводства рыбных запасов // Актуальные проблемы рыбоводства в работах Центральной лаборатории по воспроизводству водных биоресурсов (1938–2008 гг.), к 70-летию работы. СПб., 2008. С. 17–24.

Бубунец Э.В. Метод комбинированной гормональной стимуляции созревания производителей осетровых рыб и выявление видовых особенностей сроков созревания // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2017. № 2 (134). С. 24–35.

Бубунец Э.В. Подбор оптимальных вариантов гормональной стимуляции самок осетровых при внесезонном получении икры на предприятиях аквакультуры // Рыбное хозяйство. 2012. № 5. С. 59–67.

Бубунец Э.В., Лабенец А.В. и др. Качество спермы анадромных осетровых в условиях культивирования // Рыбное хозяйство. 2015. № 5. С. 61–68.

Бубунец Э.В., Лабенец А.В., Жигин А.В. Способ воспроизводства осетровых рыб. Патент на изобретение МПК А01К 61/00 № 2500101; заявл. 13.09.2012. опубл. Бюл. № 09, 27.03.2014.

Гончаров Б.Ф., Игумнова Л.В. и др. Сравнение действия синтетического аналога гонадотропин-релизинг гормона и гипофизов осетровых рыб на созревание половых продуктов у осетровых рыб // Онтогенез. 1991. Т. 22. № 5. С. 514–524.

Казанский Б.Н., Феклов Ю.А. и др. Экспресс-метод определения степени зрелости гонад у производителей осетровых // Рыбное хозяйство. 1978. № 2. С. 24–27.

Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Анкара: ФАО, 2013. 325 с.

Chebanov M.S., Savelyeva E.A. New strategies for broodstock management of sturgeon in the Sea of Azov basin in response to changes in patterns of spawning migration // Journal of Applied Ichthyology. 1999. 15(4–5). P. 183–190.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

В.С. Владимиров, Ю.Н. Грозеску, Э.А. Гайфуллина

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
Laky_85@mail.ru

Процесс получения жизнестойких личинок является важным биотехническим этапом в воспроизводстве осетровых рыб. Естественно, что становление искусственного воспроизводства на промышленную основу потребовало решения ряда вопросов технического характера и определения биологических особенностей эмбрионального развития разводимых видов осетровых. Одним из направлений в комплексе совершенствования биотехнологии осетроводства является разработка средств инкубации оплодотворенной икры [Григорьев и др., 2006]. При проведении инкубации обеспечиваются оптимальные условия для нормального протекания эмбриогенеза осетровых рыб. В статье рассматриваются результаты опытно-производственных работ, выполненных на садковом хозяйстве ИП Словина А.М.

Нами были проведены исследования по определению норм загрузки оплодотворенной икры на один вкладыш, расхода воды на разных стадиях эмбриогенеза, по сравнительной оценке процента аномально развивающихся эмбрионов во время инкубации и выживаемости предличинок в аппаратах различных технических конструкций.

В экспериментах использовали оплодотворенную икру, полученную от domestцированных производителей белуги. Инкубацию оплодотворенной икры проводили в альтернативных аппаратах «Осетр» с загрузкой 1,5–2,0 кг в один вкладыш. В качестве контрольного варианта была использована оплодотворенная икра белуги из инкубационного аппарата «Осетр».

Температура воды, при которой инкубировали оплодотворенную икру, составляла 10–12 °С. Следует отметить, что для обесклеивания оплодотворенной икры в рыбоводных хозяйствах используется раствор танина. В связи с этим на данных предприятиях наблюдаются случаи нестабильного выхода эмбрионов из оболочек, что характеризуется более низкой выживаемостью предличинок на данном этапе.

С этой целью были разработаны альтернативные инкубационные аппараты по типу «Осетр». Аппараты устанавливались непосредственно в бассейны, где в дальнейшем предполагалось выдерживать предличинку. Водоподача прямоточная, осуществлялась при помощи погружного насоса. Для профилактики сапролегниоза во время инкубации в емкости капельно подавался фиолетовый «К».

После предварительных испытаний в установку поместили икру белуги. Качество икры по показателю оплодотворяемости (94 %) оказалось достаточно высоким.

Особое внимание в процессе экспериментов уделили состоянию физико-химических параметров водной среды. Было установлено, что расход воды в расчете на 1,0 кг оплодотворенной икры составил 2,3 л/мин., а на стадии выклева личинок – 6,2 л/мин.

Также в ходе работы были установлены количественные показатели аномальных эмбрионов, развивающихся в инкубационных аппаратах различных конструкций. Из литературных данных известно, что наиболее типичными аномалиями развивающихся эмбрионов являются нарушения процесса дробления (неравномерное деление бластомеров). При этом основной причиной возникновения аномалий являются неблагоприятные условия внешней среды. Неблагоприятные условия водной среды в период инкубации могут вызвать появление различных аномалий в икре, до этого развивавшейся нормально [Детлаф, Гинзбург, 1954].

На рисунке 1 представлены результаты исследований аномально развивающихся эмбрионов белуги на разных стадиях развития при инкубации икры в аппаратах различных конструкций.

Согласно полученным данным, количество нетипично развивающихся эмбрионов осетра в контрольном варианте (аппарат «Осетр») на отдельных этапах развития существенно доминирует в сравнении с таковыми в опытном варианте. Следует также отметить, что за счет инкубации икры в альтернативных аппаратах «Осетр» получены стабильные (более 95 %) показатели выхода однодневных личинок белуги, тогда как в аппаратах «Осетр» конструкции В.Н. Федченко – 70 %.

Таким образом, для инкубации небольшого количества оплодотворенной икры целесообразнее использовать инкубаторы упрощенной конструкции. При этом с наращиванием объемов товарного осетроводства

и формированием продукционных стад в искусственных условиях в таких хозяйствах возникает необходимость получения собственного посадочного материала. Для этих целей при относительно небольших объемах инкубируемой репродуктивной икры лучше применять недорогостоящие инкубаторы, смонтированные и испытанные нами в условиях садкового хозяйства ИП Словина А.М.

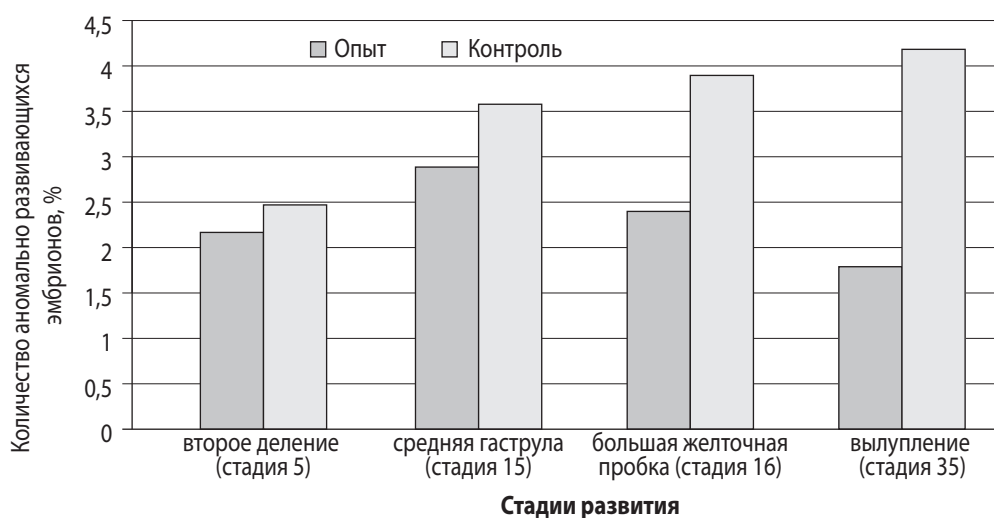


Рис. 1

Количественные показатели аномально развивающихся эмбрионов осетра в инкубационных аппаратах различных конструкций

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Григорьев В.А., Кокоза А.А., Загребина О.Н. Результаты выращивания молоди осетра при разных сроках обводнения выростных прудов // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2006. № 3. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006 С. 35–40.

Детлаф Т.А., Гинзбург А.С. Зародышевое развитие осетровых рыб при искусственном разведении. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 216 с.

ПОКАЗАТЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ КОРМОВ НА ОСНОВЕ АНФЕЛЬЦИИ И ЗОСТЕРЫ ДЛЯ МОЛОДИ ТРЕПАНГА

И.А. Кадникова, Н.Д. Мокрецова

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток
kadnikova@tinro.ru

В настоящее время ученые ТИНРО-Центра заняты подбором новых компонентов растительного происхождения, перспективных для разработки кормов для молоди трепанга. Ранее проведенными исследованиями установлено, что корма на основе саргассума эффективны при выращивании молоди в заводских условиях. Однако из-за ограниченности районов его обитания и занимаемых площадей в Приморье, а также небольших запасов саргассум относится к непромысловым объектам и спрос на него как компонент корма трудно будет удовлетворить при масштабном разведении трепанга.

В связи с этим нами были проведены работы по оценке различных представителей макрофитов и морских трав с позиции их доступности для использования в качестве компонентов разрабатываемых кормов [Кадникова, Мокрецова и др., 2016]. Анализ полученных результатов определил выбор в качестве перспективных компонентов кормов анфельции и зостеры. Эти морские растения имеют котируемые ресурсы, формируют детритную взвесь, продуцируют продукты метаболизма для питания ранних стадий развития трепанга; кроме того, районы их произрастания совпадают с местами обитания трепанга.

Целью настоящей работы является исследование биологических показателей молоди трепанга в процессе ее выращивания в заводских условиях при использовании промысловых морских растений – анфельции, зостеры и их смеси в составе кормов.

В качестве объектов исследований использовали воздушно-сухую водоросль анфельцию тобучинскую *Ahnfeltia tobuchiensis*, морскую траву *Zostera marina* и опытные образцы кормов на их основе или их смеси.

Общее содержание минеральных веществ в кормах определяли стандартным методом [ГОСТ 26185-84], азотистые вещества – методом Кьельдаля на приборе “Kjeltec auto” 10 SO Analyzer (Tecator, Япония), липиды – методом Блайя – Дайера [Blight, Dayer, 1959], легкогидролизуемые полисахариды (ЛГП) – антроновым методом при длине волны 620 нм [ГОСТ 26176-91], клетчатку – методом Кюршнера и Ганака после гидролиза смесью концентрированной азотной и 80 %-ной уксусной кислот в соотношении 1: 10 [Бурштейн, 1963].

При проведении биологических испытаний в качестве объекта использовали молодь трепанга массой от 41,7 мг до 96,3 мг, полученную в заводских условиях. Количество ее в каждом варианте корма соответствовало требованиям технологических нормативов [Мокрецова, Викторовская и др., 2011]. Продолжительность каждого эксперимента составляла 15 дней. Новая порция корма давалась при условии 70 % его поедания, что происходило в течение 24 часов с момента его подачи. При замене корма его новой порцией остатки корма от предыдущего кормления полностью удалялись из сосуда и одновременно с этим проводили смену воды в сосуде. Эффективность кормов оценивали по приросту массы тела и выживаемости особей. Контролем служил корм на основе саргассума с элеутерококком.

Прежде чем приступить к разработке рецептур кормов, был проведен сравнительный анализ химического состава используемых морских растений. Анализ показал, что саргассум отличается максимальным содержанием минеральных веществ, липидов и легкогидролизуемых полисахаридов. В анфельции обнаружено самое высокое содержание белка, довольно высокое содержание легкогидролизуемых полисахаридов и минимальное содержание минеральных веществ. Зостера по содержанию клетчатки и минеральных веществ наиболее близка анфельции [Кадникова, Аминина и др., 2016].

На основании проведенного анализа данных химического состава морских растений были разработаны рецептуры кормов. Химический состав кормов показал, что содержание белка наибольшее (25,8 %) в кормах на основе анфельции, наименьшее (17,3 %) – в кормах на основе зостеры (табл. 1). При использовании анфельции или зостеры в качестве основного компонента количество клетчатки в кормах находится на уровне 18,3–18,4 %, содержание легкогидролизуемых углеводов – на уровне их содержания в корме на основе саргассума.

Таблица 1

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРМОВ НА ОСНОВЕ
КРАСНОЙ ВОДОРΟΣЛИ АНФЕЛЬЦИИ И МОРСКОЙ ТРАВЫ ЗОСТЕРЫ**

Корм с добавлением элеутерококка на основе	Вода, %	Содержание, % сухого вещества				
		минеральные вещества	азотистые вещества (Nx6,25)	ЛГП	липиды	клетчатка
анфельции	7,6	23,9	25,8	14,4	2,0	18,3
зостеры	8,0	31,0	17,3	14,4	3,6	18,4
саргассума (контроль)	8,6	30,1	20,8	15,4	2,6	6,5

Эффективность использования разных видов морских растений в составе кормов оценивали по приросту молоди трепанга (табл. 2). Полученные данные показали, что использование анфельции или зостеры в кормах увеличивает прирост массы тела особи в 1,6–2,0 раза соответственно. При кормлении кормом на основе зостеры прирост молоди трепанга был ниже контроля, на основе анфельции – выше контроля (табл. 2).

Таблица 2

**РЕЗУЛЬТАТЫ БИОИСПЫТАНИЙ КОРМОВ НА ОСНОВЕ
КРАСНОЙ ВОДОРΟΣЛИ АНФЕЛЬЦИИ И МОРСКОЙ ТРАВЫ ЗОСТЕРЫ**

Корм с добавлением элеутерококка на основе	Кол-во особей	Общая масса, мг		Масса 1 особи, мг		Прирост	
		до кормления	после кормления	до кормления	после кормления	мг	раз
зостеры	15	1445 ± 25,0	2195 ± 35,0	96,3 ± 1,6	146,3 ± 2,3	50,0 ± 4,0	1,6
анфельции	15	715,0 ± 5,0	1495 ± 45,0	47,6 ± 0,3	99,7 ± 3,0	52,0 ± 2,7	2,0
саргассума (контроль)	15	1145,0 ± 45,0	2200,0 ± 70,0	76,3 ± 3,0	146,6 ± 4,5	70,3 ± 2,0	1,9

Для снижения нагрузки на эксплуатацию ресурсов одного вида морских растений (анфельции или зостеры) исследовали эффективность использования их в виде смеси, как единого компонента кормов.

Введение смеси анфельции и зостеры в рецептуру корма закономерно меняет их химический состав по сравнению с использованием каждого морского растения в отдельности (табл. 3). При использовании в рецептуре смеси анфельции и зостеры (1 : 1) содержание минеральных веществ равно 23,2 % и углеводов – 39,2 %. При этом доля клетчатки составляет 12,2 %, что ниже, чем в кормах на основе анфельции или зостеры в отдельности. Содержание азотистых веществ составляет 22,8 %.

Таблица 3

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРМОВ НА ОСНОВЕ
СМЕСИ МОРСКИХ РАСТЕНИЙ АНФЕЛЬЦИЯ – ЗОСТЕРА**

Корм с добавлением элеутерококка на основе	Вода, %	Содержание, % сухого вещества				
		минеральные вещества	азотистые вещества (Nx6,25)	ЛГП	липиды	клетчатка
смеси анфельция – зостера (1 : 1)	7,8	23,2	22,8	20,0	2,9	12,2
-//- + крапива	8,4	27,4	23,2	20,9	3,0	12,6
-//- + зверобой	7,0	25,0	20,2	21,9	2,8	11,9
-//- + подорожник	7,7	27,8	22,5	23,6	3,0	10,2
-//- + смесь крапивы, подорожника, зверобоя (1 : 1 : 1)	8,4	24,9	19,6	22,0	3,0	10,3
саргассума (контроль)	8,6	30,1	20,8	15,4	2,6	6,5

Исследована возможность замены элеутерококка на иммуностимулирующие наземные растения – подорожник, крапива, зверобой или их смесь. Анализ показал, что замена элеутерококка на подорожник, зверобой или их смесь существенно не влияет на содержание белка, липидов, углеводов в корме, за исключением минеральных веществ. По содержанию минеральных веществ корма приближаются к корму на основе саргассума.

Анализ показателей биологических испытаний показал, что максимальный прирост массы тела трепанга был выше более чем в два раза при кормлении кормом на основе смеси анфельции и зостеры. Минимальный прирост наблюдается при кормлении кормом на основе смеси анфельции и зостеры с добавлением крапивы (табл. 4). Корма на основе смеси анфельция и зостеры с добавлением зверобоя и смеси трав имели прирост на уровне контроля.

РЕЗУЛЬТАТЫ БИОИСПЫТАНИЙ КОРМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕСИ
МОРСКИХ РАСТЕНИЙ АНФЕЛЬЦИЯ – ЗОСТЕРА

Корм на основе	Кол-во особей	Общая масса, мг		Масса 1 особи, мг		Прирост	
		до кормления	после кормления	до кормления	после кормления	мг	раз
смеси анфельции и зостеры (1:1)	15	625,0 ± 15,0	1215 ± 55,0	41,7 ± 1,0	82,0 ± 4,7	40,3 ± 4,3	2,0
-//- + крапива	15	640,0	1300 ± 40,	42,7	86,6 ± 2,6	43,9 ± 2,7	2,0
-//- + зверобой	15	840,0	1150,0 ± 60,0	54,2 ± 1,7	122,9 ± 0,2	68,6 ± 2,1	2,3
-//- + подорожник	15	830,0 ± 10,0	1890 ± 160,0	55,3 ± 0,6	126,0 ± 10,7	70,6 ± 11,3	2,3
-//- + смесь крапивы, подорожника, зверобоя (1: 1: 1)	15	745,0 ± 5,0	1780 ± 20,0	49,6 ± 0,3	118,6 ± 1,3	69,0 ± 1,0	2,4
саргассума (контроль)	15	1145,0 ± 45,0	2200,0 ± 70,0	76,3 ± 3,0	146, 6 ± 4,5	70,3 ± 2,0	1,9

Таким образом, биологические испытания показали целесообразность использования в кормах смеси анфельции и зостеры. Самый высокий прирост особей наблюдается при использовании смеси анфельции и зостеры с добавлением подорожника. Добавление зверобоя или смеси трав в корм обеспечивает прирост на уровне контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бурштейн А.И. Методы исследования пищевых продуктов. Киев: Госмедиздат, 1963. 643 с.
- ГОСТ 26176-91. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. М.: Стандартиформ, 1991. 10 с.
- ГОСТ 26185-84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 1985. 01.01. М.: Стандартиформ, 1985. 34 с.
- Кадникова И.А., Аминина Н.М. и др. Применение разных видов водорослей в составе кормов для молоди трепанга // Вестник АГТУ. 2015. № 4. С. 62–68.
- Кадникова И.А., Мокрецова Н.Д. и др. Перспективы использования водорослей в технологии комбинированных кормов для марикультуры» // Инновации в биотехнологии аквакультуры и водных биоресурсов Японского моря: мат-лы междунар. науч. конф. Владивосток, 2016. С. 55–60.
- Мокрецова Н.Д., Викторовская Г.И. и др. Инструкция по технологии получения жизнестойкой молоди трепанга в заводских условиях. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2011. 104 с.
- Blight E.G. A rapid method of total lipid extraction // Canad. J. Biochem. Physiol. 1959. No. 37. P. 911–917.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К КРИОКОНСЕРВАЦИИ РЕПРОДУКТИВНЫХ КЛЕТОК РЫБ

А.А. Красильникова¹, А.М. Тихомиров²

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

²Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
alexandra.kras@yandex.ru, tixomirov41@mail.ru

Актуальность разработки и создания новых экономически эффективных биотехнологий для аквакультуры и сохранения биоразнообразия гидробионтов возрастает с каждым годом. Особенно они необходимы для решения задач по спасению редких и исчезающих видов рыб. Существующие технологические схемы аквакультуры недостаточно эффективны. В случае массовых заболеваний, стихийных бедствий и техногенных катастроф рыболовные заводы и рыбопитомники, хозяйства марикультуры не способны обеспечить производство посадочного материала в необходимых количествах. Кроме того, для восстановления их работы потребуется значительное время и средства [Ананьев, Манохина, 2008].

В настоящее время на рыболовных заводах наблюдается упрощенный подход к формированию маточных стад вследствие дефицита производителей. В связи с использованием близкородственных пар при скрещивании может возникнуть проблема инбридинга, что негативно влияет на качество потомства и структуру популяционного генофонда.

Широкие перспективы для сохранения и рационального использования генетических ресурсов открывает технология криоконсервации репродуктивных клеток животных, в частности рыб. Прогресс в области криобиологии, биологии развития, популяционной генетики и селекции рыб, а также в других областях науки позволяет приступить к созданию новых технологий аквакультуры, отличающихся более высокой экономической эффективностью и стабильностью. Важнейшим направлением этой деятельности являются вопросы формирования и содержания генофондных коллекций, как живых, так и сохраняемых в виде криоконсервированного репродуктивного материала, главным образом спермы.

На данный момент криотехнологии являются стратегически важными, в том числе антикризисными технологиями для решения проблем, связанных с сохранением генетического биоразнообразия рыб. Использование криоконсервированной спермы на заводах по искусственному воспроизводству, а также предприятиях аквакультуры позволит сформировать генетически разнородное стадо, сократит площади и затраты на содержание самцов, тем самым позволив увеличить продуктивное стадо самок. Применение криоспермы возможно в любое время, без риска несвоевременного созревания производителей или получения от них половых продуктов ненадлежащего качества [Богатырева, 2010; Тихомиров, Богатырева и др., 2011; Матишов, Пономарев и др., 2013; Красильникова, Тихомиров, 2014а; Красильникова, 2015; Красильникова, 2016; Красильникова, Тихомиров, 2016; Пономарева, Красильникова и др., 2016].

В Южном научном центре РАН с 2004 г. проводят исследования по криоконсервации. Материал для исследований получают на научно-экспедиционной базе Южного научного центра РАН в пос. Кагальник, ФГБУ «Донской осетровый завод» (Ростовская область), ООО АРК «Белуга», Биоаквапарк – научно-технический центр аквакультуры ФГБОУ ВПО «АГТУ», Чаганском рыбопитомнике и Александровском осетровом рыболовном заводе ФГБУ «Севкаспрыбвод» (Астраханская область) в периоды нерестовых кампаний. Объектом исследования служили репродуктивные клетки самцов рыб.

Одна из основных проблем при сохранении генетического материала с помощью низкотемпературного консервирования – выявление общих закономерностей, наблюдающихся в процессе низкотемпературной консервации различных биологических объектов. Все методики криоконсервации объединяет одна операция, которая является одним из наиболее важных этапов, – соединение семенной жидкости с криозащитным раствором. Однако, учитывая, что протекторы проникающего действия являются токсикантами для клеток, является целесообразным использовать их строго дозированно. Отечественные и зарубежные ученые предлагают разное соотношение данных величин. В настоящее время эмпирически принято соотношение 1: 1 (1 : 3; 1 : 6; 1 : 9), однако это экспериментально не обосновано. Очевидно, что излишнее количество криопротекторов, особенно проникающего действия (таких как ДМСО, метанол), как токсикантов негативно действует на качество сперматозоидов после двойного температурного шока. В связи с этим в криозащитной среде, на основании полученных данных о содержании свободной внутриклеточной воды, было скорректировано содержание

ДМСО (для сперматозоидов белуги его количество составило 3 %, для русского осетра – 4 %, для стерляди – 5 %, для белорыбицы – 8 %) [Красильникова, 2015; Красильникова, Тихомиров, 2015].

Установлена эффективность снижения объемов отравляющих веществ в составе криозащитной среды, что, в свою очередь, уменьшило токсическое действие последней на объект и привело к повышению времени жизни дефростированных клеток у белуги на 20 %, у русского осетра – на 47 %, у стерляди – на 45 %, у белорыбицы – 30 %.

Следующая экспериментальная серия работ была направлена на изучение влияния объемов замораживаемого материала на выживаемость клеток после дефростации. Продолжительность жизни сперматозоидов уменьшалась обратно пропорционально объему замораживаемого материала.

По всей видимости, это связано с тем, что объект небольшой вместимости имеет меньший температурный градиент, т. е. понижение температуры в образце во время замораживания происходит более равномерно по сравнению с контейнерами больших объемов, в которых клетки, расположенные в разных точках замораживаемого образца, охлаждаются с существенно различающимися скоростями. Аналогичная картина происходит и при оттаивании ампул. Дефростация образцов меньшего объема происходит быстрее, и разброс скоростей при размораживании минимален. В больших пробирках распределение температуры при размораживании происходит неравномерно: содержимое ампулы, находящееся ближе к периферии, уже имеет жидкую фракцию, в то время как «сердцевина» образца еще не растаяла [Красильникова, Тихомиров, 2014б; Krasilnikova, Tikhomirov, 2014в].

Полученные результаты позволяют рекомендовать корректировку концентрации проникающих протекторов в криозащитном растворе в зависимости от объема свободной внутриклеточной воды и преимущественное использование меньшего объема при замораживании.

Таким образом, проведенные исследования по корректировке стандартной методики криоконсервации сперматозоидов показали преимущества предлагаемых приемов и могут быть рекомендованы для использования в производственных условиях.

Работы проведены в рамках проекта «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России» (соглашение № 14.607.21.0163 от 03.10.2016, уникальный идентификатор RFMEFI60716X0163) и Гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых МК-115.2017.11.

Исследования выполнены на уникальной научной установке № 73602 с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов Южного научного центра РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Krasilnikova A.A., Tikhomirov A.M. Alternative methods of preparation of fish sperm to freeze at ultra-high values of cooling rate // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. Астрахань, Изд-во АГТУ, 2014в. № 2. С. 72–78.

Ананьев В.И., Манохина М.С. К вопросу подготовки новой редакции научно-технической программы «Криобанк гидробионтов» на 2009–2014 гг. // Криоконсервация как способ сохранения биологического разнообразия: мат-лы конф. (Пушино, 28–30 октября 2008 г). Т. 9: Биофизика живой клетки. 2008. С. 15–16.

Богатырева М.М. Оптимизация методов криоконсервации спермы для сохранения генофонда осетровых рыб: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2010. 20 с.

Красильникова А.А. Биотехнология низкотемпературного консервирования репродуктивных клеток рыб // Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии: мат-лы междунар. науч. конф. и молодеж. науч. конф. памяти чл.-корр. РАН Д.Г. Матишова. 2016. С. 534–536.

Красильникова А.А. Совершенствование процесса криоконсервации репродуктивных клеток самцов рыб: автореф. дис.... канд. биол. наук. Астрахань, 2015. 24 с.

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Корреляция объемов внутриклеточной жидкости сперматозоидов и эндоцеллюлярного протектора в криозащитных средах для осетровых рыб // Естественные науки. 2015. № 3 (52). С. 105–111.

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Новые биотехнологические подходы при криоконсервации спермы рыб // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: сб. мат-лов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к 145-летию Севастопольской биол. станции: в 3 т. 2016. С. 398–400.

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Объем замораживаемого образца как один из факторов выживаемости сперматозоидов осетровых видов рыб при криоконсервации // Естественные науки. 2014б. № 2. С. 62–69.

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Совершенствование криобиологических подходов с целью повышения резистентности сперматозоидов рыб при низкотемпературном консервировании // Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей: мат-лы междунар. науч. конф. (г. Ростов-на-Дону, 1–3 октября 2014 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014а. С. 193–196.

Матишов Г.Г., Пономарев С.В., Баканева Ю.М., Болонина Н.В., Грозеску Ю.Н., Кокоза А.А., Распопов В.М., Пономарева Е.Н., Федоровых Ю.В., Лагуткина Л.Ю., Белая М.М., Бахарева А.А., Красильникова А.А. Справочник рыбовода. Инновационные технологии аквакультуры юга России / под ред. С.В. Пономарева. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 224 с. Пономарева Е.Н., Красильникова А.А., Тихомиров А.М., Фирсова А.В. Новые биотехнологические методы криоконсервации репродуктивных клеток осетровых видов рыб // Юг России: экология, развитие. 2016. Т. 11. № 1. С. 59–68.

Тихомиров А.М., Богатырева М.М., Красильникова А.А. Разработка криозащитных сред для низкотемпературного консервирования сперматозоидов белорыбицы (*Stenodus leucichthys* Güldenstädti, 1772) в целях сохранения генофонда // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2011. № 1. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2011. С. 58–62.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

В.В. Кулыгин¹, М.В. Коваленко^{2,3}, Д.С. Тажбаева^{2,4}

¹Институт аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону

²Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

³Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону

⁴Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
mk58@yandex.ru

В последнее время наблюдается рост потребностей в информации и данных по статистике ведения аквакультуры для научных исследований и принятия практических управленческих решений, связанных с материальными затратами. В аквариальном комплексе ЮНЦ РАН расширяются научные разработки по технологиям товарного выращивания разных видов рыбы. В связи с этим всё более существенную роль начинает играть информационная среда, обеспечивающая накопление, обработку и распространение информации, адекватная получаемым новым знаниям. Основополагающим элементом такой информационной среды является специализированная база данных, позволяющая систематизировать и корректно анализировать информацию о рыбах наряду с другими параметрами ведения рыбоводного хозяйства.

Исследовательская деятельность характеризуется наличием большого числа объектов рыбоводства (видов рыб) и экспериментальным характером работ (постановка специальных экспериментов по подбору оптимальных режимов кормления и условий среды обитания гидробионтов). Поэтому для решения обозначенных задач разработана информационно-аналитическая система управления аквариальным комплексом.

Под информационно-аналитической системой (ИАС) понимается комплекс аппаратных, программных средств и информационных ресурсов, которые используются для обеспечения автоматизации работ в целях решения поставленных перед ИАС задач.

Отличие ИАС от многочисленных дата-логгеров реального времени в рыбоводных хозяйствах заключается в наличии аналитической компоненты.

В настоящее время ИАС реализована для локального использования в аквариальном комплексе ЮНЦ РАН в п. Кагальник.

В программе осуществляется просмотр информации о состоянии комплекса в разрезе отдельных бассейнов и видов рыбы (объектов аквакультуры). Данные представляются в табличном и графическом виде.

Также определяется кормовой коэффициент, показывающий сколько килограммов кормов было использовано на каждый килограмм прироста рыбы.

Дата	Бассейн	O2	T	Ph	S	NO2	NO3	NH4+	PO4	Освещенность
15.05.2017 06:00	№ 1, № 2	13.87	22.4	-	0.62	-	-	-	-	-
	№ 14, № 15	16.2	22.2	-	0.65	-	-	-	-	-
	№ 16, № 17	16.35	21.9	-	0.93	-	-	-	-	-
	№ 25, № 31	15.7	19.5	6.61	-	-	-	-	-	-
	№ 26, № 27, № 28, № 30	5.22	19.9	5.58	-	-	-	-	-	-
	№ 32	9.49	12.7	6.41	-	-	-	-	-	-
	№ 33	11.0	19.3	6.34	-	-	-	-	-	-
	№ 3, № 4, № 5, № 34	15.3	22.1	-	0.7	-	-	-	-	-
	№ 35, № 36	14.82	21.3	-	0.66	-	-	-	-	-
	Сом (ингар)	14.4	19.6	-	0.56	-	-	-	-	-
	Карантин 1	17.6	18.0	-	0.57	-	-	-	-	-
	Карантин 2	18.81	19.0	-	0.63	-	-	-	-	-
	Карантин 3	17.7	24.0	-	0.6	-	-	-	-	-
	№ 1, № 2	16.1	27.0	-	0.6	-	-	-	-	-
№ 14, № 15	17.52	22.2	-	0.65	-	-	-	-	-	
№ 16, № 17	18.1	22.0	-	0.93	-	-	-	-	-	
№ 25, № 31	13.3	18.6	6.52	-	-	-	-	-	-	
№ 26, № 27, № 28, № 30	7.44	19.2	5.6	-	-	-	-	-	-	
№ 32	9.41	12.8	6.37	-	-	-	-	-	-	

Рис. 1

Экран журнала гидрохимических наблюдений, табличный вид

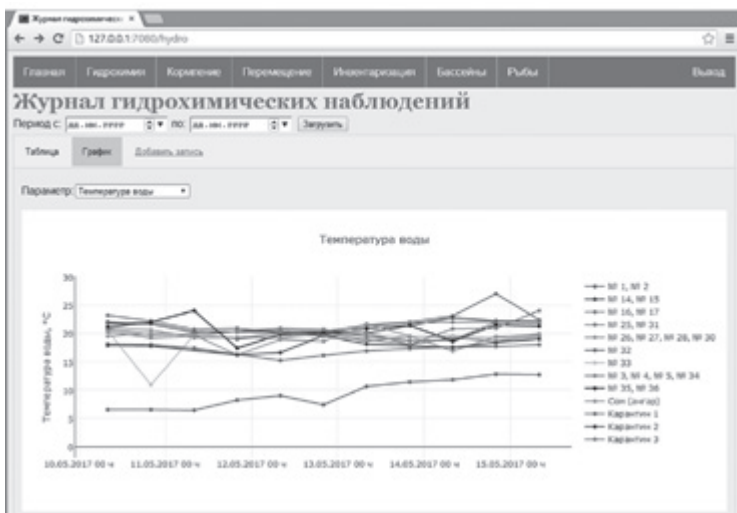


Рис. 2

Экран журнала гидрохимических наблюдений, графический вид

Бассейн	O2	T	Ph	S	NO2	NO3	NH4+	PO4	Освещенность
№ 1, № 2	10.5								
№ 14, № 15									
№ 16, № 17									
№ 25, № 31									
№ 26, № 27, № 28, № 30									
№ 32									
№ 33									
№ 3, № 4, № 5, № 34									
№ 35, № 36									
Сом (ингар)									
Карантин 1									
Карантин 2									
Карантин 3									

Рис. 3

Экран добавления новых записей в журнал гидрохимических наблюдений

Программой ведется журнал обо всех событиях, происходящих во время выполнения программы (ошибки, предупреждения и т. д.), который записывается в специальные лог-файлы.

Весь функционал приложения можно разбить на несколько разделов:

- раздел «Бассейны» обеспечивает просмотр списка всех бассейнов, просмотр информации о текущем состоянии конкретного бассейна;
- разделы «Гидрохимия», «Инвентаризация», «Кормление» обеспечивают ведение соответствующих журналов;
- раздел «Перемещение рыб» обеспечивает ведение трех журналов: пересадки, отхода и подсадки рыбы;
- раздел «Рыбы» обеспечивает просмотр списка видов рыб, представленных в аквариальном комплексе; просмотр текущей информации обо всех особях. Программа является серверным веб-приложением, написанным на языке программирования python 2.7. Взаимодействие пользователя с программой осуществляется посредством браузера. В адресной строке браузера вводится адрес (<http://127.0.0.1:7080/>), по которому можно получить доступ к локально работающему веб-серверу с запущенным приложением.

Для работы программы должны использоваться персональные компьютеры с процессором с тактовой частотой 1 ГГц и выше, ОЗУ не менее 250 Мбайт, с наличием свободного места на жестком диске 100 Мбайт. Системные программные средства, используемые программой, должны быть представлены операционными системами семейства Windows (Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8.1, Windows 10). Программа не нуждается в специальной настройке.

Интерфейс программы рассмотрен на примере журнала гидрохимических показателей. На рисунках 1, 2 представлен экран просмотра журнала гидрохимических показателей в табличном и графическом виде соответственно. Интерфейс программы при добавлении новых данных представлен на рисунке 3; при редактировании существующих записей – на рисунке 4.

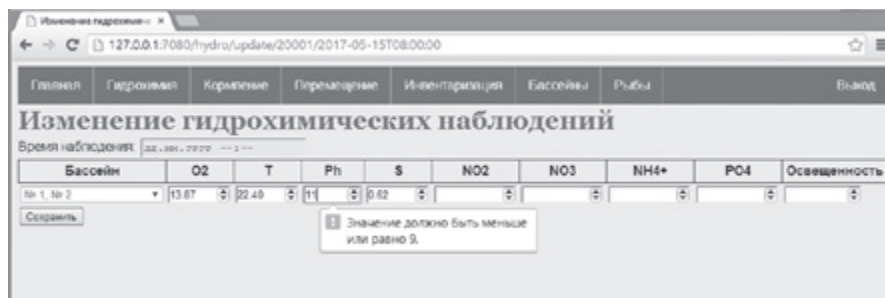


Рис. 4

Экран редактирования записей в журнале гидрохимических наблюдений

Предусмотрены три типа графического анализа: 1) графики сравнения разных бассейнов; 2) графики сравнения разных видов рыб; 3) графики, позволяющие оценить эффективность ведения рыбоводной деятельности. Возможные варианты вывода информации представлены на рисунках 5 и 6.

Разработанная ИАС позволяет систематизировать информацию о следующих видах контроля за состоянием аквариального комплекса:

- контроль динамики показателей среды в бассейнах (концентрации растворенного кислорода, температуры воды, pH и т.д.);
- контроль динамики кормления рыб;
- регистрация мертвых рыб;
- регистрация подсадки и пересадки рыб;
- контроль биометрических показателей рыб.

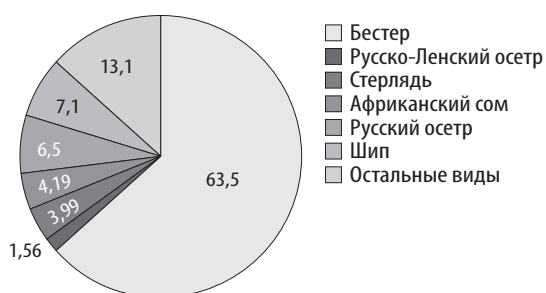


Рис. 5

Распределение суммарной биомассы по видам рыб за апрель 2017 г.

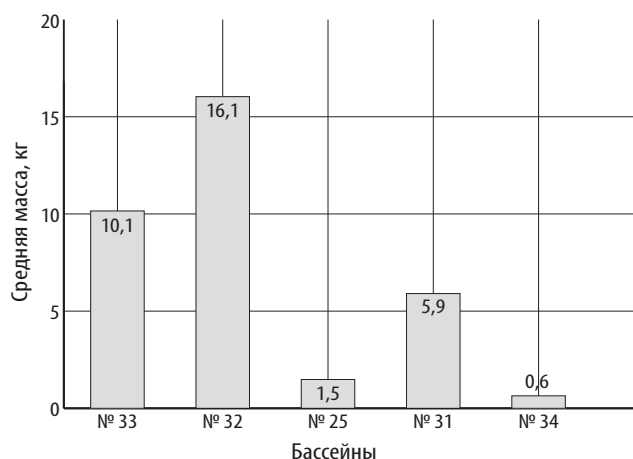


Рис. 6

Средняя биомасса бестера по бассейнам за апрель 2017 г.

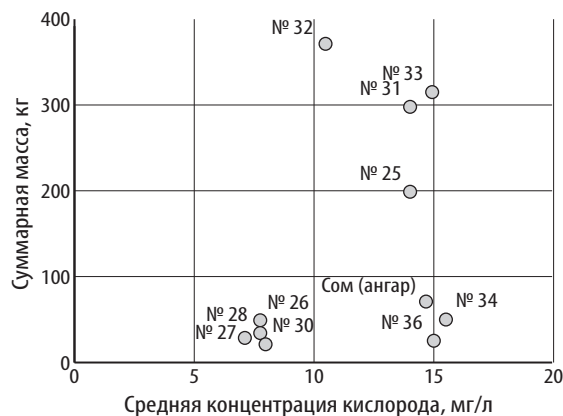


Рис. 7

Диаграмма «концентрация кислорода – суммарная биомасса» по бассейнам

Использование аналитической компоненты позволяет осуществлять планирование и контроль реализации планов инфраструктурного развития рыбоводного комплекса.

Исследования выполнены на уникальной научной установке № 73602 с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов Южного научного центра РАН.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПАСТБИЩНОГО РЫБОВОДСТВА В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Г.А. Москул, А.В. Абрамчук, Н.Г. Пашинова

Кубанский государственный университет, г. Краснодар
gmoskul@bk.ru

Краснодарский край располагает значительным фондом рыбохозяйственных водоемов, пригодных для пастбищного рыбоводства (водохранилища, азово-кубанские лиманы, русловые водоемы на реках Азово-Кубанской равнины и др.).

На территории Краснодарского края расположено 3 водохранилища общей площадью 47,9 тыс. га, в том числе Краснодарское площадью 40 тыс. га – водоем двух субъектов Федерации (Краснодарский край и Республика Адыгея); Крюковское – площадью 4 тыс. га и Варнавинское – 3,9 тыс. га. Площадь азово-кубанских лиманов составляет 126 тыс. га. Из них 31 тыс. га занимают нерестово-выростные хозяйства, 49 тыс. га – площади рыбопромысловых участков, остальная часть лиманов может быть использована под пастбищное рыбоводство (30 тыс. га) и любительское рыболовство (16 тыс. га). Реки Азово-Кубанской равнины Ея, Челбас, Бейсуг, Кирпили, Понура, Албаши, Ясени и их притоки зарегулированы и представляют собой каскад водоемов (прудов-водохранилищ) площадью от 5–10 до 300–500 и более гектаров. Всего на реках Азово-Кубанской равнины, по данным «Кубаньгипроводхоза», насчитывается 1320 водоемов общей площадью 49 380 га и объемом воды 697,6 млн м³ [Москул, Складов и др., 2013].

Водоохранилища, кубанские лиманы и часть водоемов, расположенных на реках Азово-Кубанской равнины, как пастбищные водоемы эксплуатируются крайне неэффективно. В последние годы вылов в водохранилищах сократился по сравнению с началом 90-х гг. прошлого столетия в 5,6 раза, при этом растительные виды, составляющие в уловах более 65 %, с 2001 г. в уловах не встречаются. В настоящее время промысел базируется в основном на малоценных видах рыб (чехонь, серебряный карась, плотва, густера и др.).

Причинами неэффективного использования водохранилищ как пастбищных водоемов являются недостаточные объемы зарыбления их рыбопосадочным материалом растительных видов, низкая эффективность промысла, а также неучтенный вылов.

Азово-кубанские лиманы относятся к высокопродуктивным водоемам, и использовать их необходимо комплексно, т.е. для воспроизводства рыб моря (судака и тарани) и выращивания ценных промысловых видов (карап, белый и пестрый толстолобики, белый и чёрный амур, веслонос, бестер, пиленгас и др.).

При строительстве дамб (плотин) на реках Азово-Кубанской равнины планировалось использовать водоемы комплексно – как для орошения земель, водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных предприятий, так и для выращивания пресноводной рыбы. Но до настоящего времени основная часть водоемов (более 30 тыс. га) в рыбохозяйственных целях используется неэффективно. В некоторых водоемах ведется промысел местных малоценных видов рыб (плотва, серебряный карась, красноперка, густера, окунь и др.). Рыбопродуктивность в среднем составляет не более 10 кг/га. В то же время в отдельных водоемах, в которых ежегодно проводят рыбоводно-мелиоративные работы (как, например, в специализированных рыбоводных хозяйствах НПО «Краснодаррыба» и некоторых хозяйствах фермеров и предпринимателей), рыбопродуктивность составляет 300–800 кг/га.

В настоящее время, когда рыбное хозяйство испытывает значительные трудности из-за роста цен на комбикорма, энергоносители, удобрения и т. д., наиболее эффективным направлением является пастбищное рыбоводство, основывающееся на использовании естественного биопродукционного потенциала водоемов комплексного назначения. В этих водоемах имеются большие резервы увеличения производства товарной рыбы без применения комбикормов, удобрений и больших капитальных затрат.

Кормовые ресурсы (фитопланктон, зоопланктон, зообентос, макрофиты) водохранилищ, азово-кубанских лиманов и водоемов, расположенных на реках Азово-Кубанской равнины, развиваются довольно хорошо. Среднесезонная биомасса фитопланктона водохранилищ составляет 9,67 г/м³, кубанских лиманов – 14,52 г/м³, рек Азово-Кубанской равнины – 24,10 г/м³; зоопланктона – 4,17, 3,82 и 5,96 г/м³ соответственно; зообентоса – 6,98, 3,28 и 10,69 г/м² соответственно. Однако используют кормовые организмы в основном малоценные тугорослые виды рыб (плотва, красноперка, густера, карась, уклейка, пескарь, линь, ёрш и др.), которые дают рыбопродукцию низкого качества.

Фитопланктон и макрофиты местными видами рыб практически не используются. Эта колоссальная масса органического вещества при отмирании ухудшает условия нагула рыб и способствует накоплению ила (детрита). В связи с этим в водоемах происходит интенсивный процесс накопления продуктивного ила с высокой долей планктоногенного детрита, который может служить пищевым компонентом для пиленгаса и частично – для белого и пёстрого толстолобиков.

Несмотря на высокие показатели кормовой базы, рыбопродуктивность водоемов низка и в большинстве случаев не отвечает их потенциальным возможностям. Как известно, выход рыбопродукции определяется не остаточной биомассой кормовых организмов, а величиной их годовой (сезонной) продукции. Для определения продукции кормовых организмов мы воспользовались имеющимися в литературных источниках Р/В-коэффициентами, которые варьируют: для фитопланктона – от 40 до 350, для зоопланктона – от 4,1 до 45, для мягкого зообентоса – от 5 до 10 генераций в год [Лапицкий, 1970; Абаев, 1980; Москул, 1994, 2012, 2013]. При определении потенциальной рыбопродуктивности водоемов пастбищной аквакультуры Краснодарского края мы для большей достоверности расчетов приняли следующие Р/В-коэффициенты: для фитопланктона – 40–80, для зоопланктона – 10–20, для зообентоса – 6, для макрофитов – 1,1.

Полученные данные по продукции фитопланктона, зоопланктона, зообентоса и макрофитов являются ориентировочными, однако на их основе можно подойти к непосредственному определению потенциальной рыбопродуктивности водоемов.

При определении возможной рыбной продукции и возможного вылова по кормовой базе многие исследователи исходили из величины годовой продукции планктона и бентоса, устанавливали, какую часть продукции кормовых организмов съедают рыбы, используя коэффициент планктона и бентоса, непосредственно рассчитывали величину годового прироста ихтиомассы. Такой метод определения возможного вылова рыбы по кормовым ресурсам в озерах, лиманах и водохранилищах применяли многие авторы [Лапицкий, 1970; Абаев, 1980; Москул, 1994, 2012, 2013 и др.].

Учитывая, что рыбы используют кормовую базу в самой различной степени в зависимости от ряда причин, связанных как с качеством потребителя (вид, возраст, поисковая способность, физиологическое состояние и др.), так и с кормовыми условиями (доступностью корма, температурой воды, освещенностью, распределением корма и др.), мы допускаем возможность использования рыбами 50 % продукции фитопланктона, 60 % – зоопланктона, 50 % – зообентоса и 15–25 % продукции макрофитов.

Расчеты, проведенные по имеющимся кормовым ресурсам, показывают, что потенциальная рыбопродуктивность водохранилищ находится на уровне 244,18 кг/га, кубанских лиманов – 428,14 кг/га, рек Азово-Кубанской равнины – 1141,66 кг/га (табл. 1).

Таблица 1

**ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДОЕМОВ ПАСТБИЩНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Группа организмов	Остаточная биомасса, кг/га	Р/В-коэффициент	Продукция, кг/га	Использование продукции, %	Кормовой коэффициент	Потенциальная рыбопродуктивность, кг/га
	$M \pm m$		$M \pm m$			$M \pm m$
Водохранилища						
Фитопланктон	197,4 ± 4,06	40	7896,8 ± 5,21	50	30	131,6 ± 4,75
Зоопланктон	83,6 ± 1,56	10	836,4 ± 5,16	60	10	50,2 ± 4,36
Зообентос	69,8 ± 0,79	6	419,1 ± 4,55	50	6	34,9 ± 1,45
Макрофиты	8326 ± 4,7	1,1	9158,6 ± 3,78	15	50	27,5 ± 2,24
Всего						244,18
Азово-Кубанские лиманы						
Фитопланктон	206,7 ± 2,74	40	8270,4 ± 5,76	50	20	206,7 ± 2,46
Зоопланктон	52,4 ± 1,34	20	1048,4 ± 2,16	60	10	62,9 ± 1,65
Зообентос	32,8 ± 0,89	6	196,8 ± 1,32	50	6	16,4 ± 0,69
Макрофиты	43056 ± 6,4	1,1	47361,6 ± 3,65	15	50	142,1 ± 4,45
Всего						428,14
Реки Азово-Кубанской равнины						
Фитопланктон	362,4 ± 9,07	80	28988,8 ± 4,09	50	20	724,7 ± 2,54
Зоопланктон	91,4 ± 2,53	20	1828,6 ± 3,42	60	10	109,7 ± 3,47
Зообентос	106,9 ± 0,95	6	641,9 ± 1,96	50	6	53,5 ± 1,23
Макрофиты	46132 ± 7,8	1,1	50745,2 ± 4,56	25	50	253,7 ± 4,32
Всего						1141,66

Для получения высокой рыбопродуктивности (до 1142 кг/га) необходимо провести, где это возможно, мелиоративный отлов малоценных и хищных видов рыб и только после этого приступить к направленному формированию промысловой ихтиофауны водоемов путем зарыбления их ценными быстрорастущими видами рыб.

Зарыбление водохранилищ необходимо проводить годовиками (белый и пестрый толстолобики, белый амур и добавочными: карп, чёрный амур, пиленгас, бестер, веслонос и др.) индивидуальной массой не ниже 25–30 г, из расчета 250 экз./га белого толстолобика, 100 экз./га пестрого толстолобика, 50 экз./га белого амура, 30 экз./га сазана-карпа. На третьем году после зарыбления по достижении индивидуальной массы рыб 2,0–2,5 кг и при выходе от посадки рыб 20 % рыбопродуктивность по белому толстолобику составит 110,5 кг/га, по пестрому толстолобику – 47,5 кг/га, по белому амуру – 23 кг/га, по сазану-карпу – 13 кг/га.

Кроме того, добавочные рыбы дадут по 5–15 кг/га, а местные рыбы – по 10 кг/га рыбной продукции. В общей сложности рыбопродуктивность водохранилищ может достигнуть 214 кг/га, а ежегодный вылов составит более 10,25 тыс. т. В настоящее время вылов базируется на малоценных видах рыб (карась, чехонь, густера, плотва, краснопёрка, окунь и др.), рыбопродуктивность составляет 2–5 кг/га, а общий вылов не превышает 240 т.

Зарыбление кубанских лиманов рекомендуется проводить годовиками из расчета 300 экз./га белого толстолобика, 80 экз./га – пестрого толстолобика, 200 экз./га – белого амура и 20 экз./га – сазана-карпа индивидуальной массой 25–30 г. При промвозврате 50 % и индивидуальной массе 1,0–1,5 кг рыбопродуктивность по белому толстолобику составит 195 кг/га, по пестрому толстолобику – 60 кг/га, по белому амуру – 140 кг/га, по сазану-карпу – 10 кг/га, по добавочным рыбам – 10 кг/га и по местным рыбам – 10 кг/га. Общая рыбопродуктивность составит 425 кг/га, а общий вылов – более 12,75 тыс. т.

Зарыбление водоемов, расположенных на реках Азово-Кубанской равнины, необходимо проводить годовиками индивидуальной массой 25–30 г из расчета 1000 экз./га белого толстолобика, 150 экз./га пестрого толстолобика, 350 экз./га белого амура, 200 экз./га сазана-карпа. На третьем году после зарыбления, по достижении рыбами индивидуальной массы 1,0–1,5 кг и при выходе от посадки рыб 50 %, рыбопродуктивность по белому толстолобику составит 650 кг/га, по пестрому толстолобику – 105 кг/га, по белому амуру – 227 кг/га, по сазану-карпу – 120 кг/га. Кроме того, за счет добавочных рыб можно будет получать по 10–20 кг/га и по местным видам – 15 кг/га рыбной продукции. В общей сложности рыбопродуктивность достигнет более 1132 кг/га. В настоящее время все водоемы не могут быть использованы для пастбищного рыбоводства, так как нуждаются в серьезных мелиоративных работах (расчистка ложа от ила и растительности, вскрытие родников, увеличение глубины и др.). Но часть из них (10 тыс. га) вполне пригодны для выращивания товарной рыбы по пастбищному типу. Общий вылов составит 11,32 тыс. т.

Таким образом, водохранилища, лиманы, русловые водоемы Краснодарского края вполне пригодны для выращивания товарной рыбы по пастбищному типу. При проведении рыбоводно-мелиоративных работ на водоемах и зарыблении их ценными быстрорастущими видами рыб рыбопродуктивность может достигнуть по водохранилищам 214 кг/га, по Кубанским лиманам – 425 кг/га, по русловым водоемам – 1132 кг/га. Общий вылов составит более 34 тыс. т. В 1980-е гг. объем производства товарной рыбы в Краснодарском крае был на уровне 26–35 тыс. т. В настоящее время общий вылов товарной рыбы составляет 8–10 тыс. т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абаев Ю.И. Товарное рыбоводство на внутренних водоемах. М., 1980. 110 с.
- Лапицкий И.И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище // Труды Волгоградского отделения ГосНИОРХ. 1970. Т. 4. 280 с.
- Москул Г.А. Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища. СПб.: ГосНИОРХ, 1994. 136 с.
- Москул Г.А., Коваленко Ю.И., Пашинова Н.Г., Болкунов О.А. Современное состояние и перспективы рыбохозяйственного использования азово-кубанских лиманов // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Чёрноморского региона: мат-лы 7-й Междунар. конф. Т. 1. Керчь, 2012. С. 68–75.
- Москул Г.А., Скляр В.Я., Пашинова Н.Г., Болкунов О.А. Рыбохозяйственное освоение и способы повышения рыбопродуктивности рек Азово-Кубанской равнины // Рыбное хозяйство. 2013. № 2. С. 79–83.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПАСТБИЩНОГО ОЗЕРНОГО РЫБОВОДСТВА НА ЮГЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

И.С. Мухачев

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюменский госуниверситет, г. Тюмень
fishmis@mail.ru

Пастбищное направление товарного рыбоводства в пределах Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской областей и Алтайского края стало развиваться с начала 1960-х гг. Здесь возникли первые озерные товарные рыбодные хозяйства (ОТРХ), показавшие реальную возможность эффективно использовать экологический продукционный потенциал местных водоемов в процессе роста и массонакопления вселяемых объектов аквакультуры: карпа, сиговых, растительноядных и других рыб.

Отбор озер, определение их эколого-рыбохозяйственного потенциала на основе бонитировки, выполняемые специалистами зональной рыбохозяйственной науки [Мухачев, 1970; Кудерский, 2006; Ростовцев и др., 2011; Мухачев, 2013; Ростовцев, Крохалевский, 2016], позволили осуществлять научно обоснованные мелиоративные и рыбодные работы, повышающие рыбопродуктивность местных водоемов в 4–5 раз и более. Многолетний опыт работы Казанского ОТРХ на юго-востоке Тюменской области убедительно показал, что на озерах карасевого ихтиологического типа с естественной рыбопродуктивностью 25–35 кг/га в год можно стабильно выращивать по 120–130 кг/га и более ценной рыбы ежегодно. Причем культивируемый товарный ихтиоценоз использовал лишь часть зоопланктона и зообентоса, а фитопланктон, макрофиты и детрит из-за постоянного дефицита посадочного материала рыб-фитофагов продолжают пополнять многовековые донные отложения. Включение в региональную апробированную сигово-карповую технологию поликультуры товарного выращивания белого амура, белого толстолобика, пелингаса обеспечит удвоение промыслового улова – до 250–300 кг/га в год на весьма значительных акваториях в каждом субъекте Федерации обширного региона.

Разработки зональной рыбохозяйственной науки по мелиорации эвтрофных озер карасевого и плотвично-окуневого ихтиологических типов (многократное рыхление донных отложений в период открытой воды, аэрация воды в зимнее время на основе концентрации выращиваемой рыбы в аэрируемой зоне, вселение более плотных посадок молоди поликультуры и др.) создают основу для комплексного внедрения интенсивных технологий, более полно использующих самовозобновляемую кормовую базу водоемов объектами товарного выращивания [Слинкин, 2009; Ростовцев, Крохалевский, 2016; Mухачев, 2016].

Примером системности в освоении и внедрении интенсивных технологий рыбодства в пределах УрФО является Кунашакский рыбхоз «Балык» Челябинской области. Здесь за непродолжительный период времени находящиеся в пользовании 10 тыс. га озер заморного типа стали базой для производства 1,5 тыс. т крупного карпа, растительноядных рыб, щуки, а также сиговых рыб. А это в 5–7 раз больше традиционной технологии промысла местного карася, которого промыслили до внедрения рыбодных технологий на всех 19 тыс. га озер заморного типа, имеющих в Кунашакском районе.

Средняя рыбопродуктивность достигла 120–140 кг/га при максимальных 190–260 кг/га. Стабильный рост рыбопродуктивности озер ООО «Рыбозавод Балык» происходит потому, что работники предприятия освоили и внедряют рекомендованные нами прогрессивные технологии выращивания поликультуры в сочетании с 2–3-кратным рыхлением донных отложений озер в июле – сентябре для ускорения функционирования пищевой цепи кормовых для рыб организмов в процессе рециклинга органики [Копылов, Косолапов, 2011], аэрацией воды зимой, направленным формированием кормовой базы путем промышленных вселений рачка-гаммаруса. Для этого в рыбхозе создана мелиоративная бригада, которая в течение всех сезонов года проводит необходимые научно обоснованные биотехнические мероприятия на водоемах, стимулирующие развитие кормовой базы и рыбодный процесс, включая мониторинг динамики состояния кормовой базы для рыб. В качестве примера используем показатели разных форм хозяйствования на оз. Тишки рыбхоза «Балык» (табл. 1).

Аналогичные примеры внедрения методов интенсификации в пастбищную технологию отмечены в Сладковском товарном рыбхозе Тюменской области, в товарных хозяйствах ООО «Сибирская тема» Курганской области, Крутинском рыбхозе Омской области, ряде рыботоварных предприятий Новосибирской области.

В современный период в ряде рыбхозов разной мощности на берегу нагульных озер стали строить выростные пруды, которые служат дополнением к водоему-спутнику – своеобразным зимовальным комплексом

в составе озера заморного типа [Слинкин, 2009]. Благодаря водоему-спутнику глубиной 7–8 м быстро, с применением турбоаэратора, отлавливается выращенная рыба, сохраняется молодь на последующий вегетационный период, а также возникает возможность установки садков на понтонах для индустриального рыбоводства.

Таблица 1

**ДИНАМИКА УЛОВОВ РЫБЫ В ОЗ. ТИШКИ (2550 га)
КУНАШАКСКОГО РАЙОНА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ, кг/га**

Рыба	Годы									
	1958–1965*	1966–1970*	1971–1998*	1999–2000*	2001–2005*	2006–2012*	2013	2014	2015	2016
Карась	19,0	21,0	12,0	9,0	21,0	10,0	8,0	11,0	23,0	24,0
Карп	–	–	–	–	10,0	99,0	85,0	90,0	99,0	89,0
Р/ядные	–	–	–	–	–	2,0	4,0	5,0	8,0	6,0
Пелядь	–	24,0	36,0	66,0	85,0	115,0	118,0	121,0	111,0	119,0
Всего	19,0	45,0	48,0	78,0	116,0	226,0	226,0	227,0	241,0	238,0

Примечания. * – Среднегодовые уловы за указанный период. Карась – *Carassius carassius*, *Carassius auratus gibelio*; карп – *Cyprinus carpio*; растительноядные – *Stenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix*; пелядь – *Coregonus peled*.

Практическая работа специалистов рыбоводно-мелиоративных бригад (например, в рыбхозе «Балык» Челябинской области, ООО «Сибирская тема» Курганской области) по рыхлению донных сапропелевых отложений, вовлечению их в интенсивный биопродукционный процесс, мониторингу динамики растворенного в воде кислорода, состояния развития планктонных и бентосных кормовых организмов, темпа роста выращиваемой рыбы убеждает нас всех в том, что следует максимально полно использовать рекомендации И.Б. Богатовой, изложенные в монографии «Рыбоводная гидробиология» [1980]. Эта дисциплина должна быть в вузовской программе специальности «Водные биоресурсы и аквакультура», поскольку применение подобных знаний и умений должно стать достоянием всех выпускников рыбохозяйственных вузов.

Интересен наш мониторинг динамики весового роста речной пеляди и других сиговых в лесостепных озерах Зауралья на территории Челябинской, Тюменской и Курганской областей в вегетационный сезон 2016 г. (апрель – октябрь) (табл. 2). В этот год с мая по сентябрь наблюдался, по данным региональной гидрометеорологической службы, повышенный прогрев воды за последние 30 лет и максимальные показатели суммы тепла, полученные водой.

Таблица 2

**ДИНАМИКА ВЕСОВОГО РОСТА РЕЧНОЙ ПЕЛЯДИ
В ЛЕСОСТЕПНЫХ ЭВТРОФНЫХ ОЗЕРАХ ЗАУРАЛЬЯ в 2016 г., г/шт.**

Дата вселения личинок массой 3 мг/шт. – 19–26 апреля	Показатели роста массы сеголетков речной пеляди 2016 г., г (средние из 15–20 экз.) на каждую дату измерений							
	3–5 июня	18–20 июня	3–5 июля	4–6 августа	3–6 сентября	17–21 сентября	2–5 октября	20–23 октября
	5,2	20,5	37,3	69,6	93,2	143,2	191,8	213,7

В текущем 2017 году, отличавшемся от предыдущего существенно меньшими (на 25–30 %) показателями прогрева воды местных водоемов (сумма среднесуточных температур выше 10 °С) и преобладанием в составе зоопланктона копепод *Cyclops vicinus*, *Cyclops kolensis* над дафиневыми представителями (в 2016 г., наоборот, по биомассе преобладали дафнии), общие весовые показатели сеголетков пеляди, да и других сиговых, в эти же сроки наблюдений отставали на 30–35 %, но выживаемость вселенных личинок (промвозврат по сеголеткам) оказался существенно выше. Большинство пользователей нагульных озер отмечают увеличение улова (кг/га), но при несколько меньших индивидуальных размерно-весовых показателях товарных сеголетков.

Мы считаем, что для ускорения развития сельскохозяйственного товарного рыбоводства на местных водоемах регионов России, обладающих значительным озерным фондом, необходимо восстановить научно обоснованные регламенты «Положения об ОТПХ», которые обеспечивали и ускоряют реальный прогресс пастбищного рыбоводства с приоритетом интенсивной поликультуры. Необходимы оперативные государственные меры,

создающие восстановление районных рыбхозов, генерирующих интенсификацию «голубой нивы», силами специалистов предприятий и районных муниципалитетов.

Системы районного управления товарным рыбоводством, включая пастбищное, позволят высокоэффективно использовать самовозобновляемые биоресурсы озер на продуцирование (выращивание) пищевой высококачественной и экологически безопасной товарной рыбы, обеспечивающей на основе биоэкологического рециклинга [Сигарева, 2012; Копылов, Косолапов, 2011; Копылов, Косолапов, 2008; Слинкин, 2009] **повышение рыбопродуктивности местных водоёмов с современных 30–100 кг/га до 200–300 кг/га в среднем в расчёте на год.**

Внедрение прогрессивной пастбищной технологии может быть осуществлено в субъектах Федерации Урала и Западной Сибири в ближайшие 5–6 лет на базе действующих и вновь создаваемых рыбхозов региона разной мощности на общей акватории озер 500–600 тыс. га, что увеличит производство пищевой рыбы на 75–80 тыс. т в год и будет содействовать продовольственной безопасности территории региона. А эта функция находится у МСХ РФ.

Оптимизм в практику пастбищного озёрного рыбоводства уникального российского региона на юге Западно-Сибирской равнины – от Урала до Енисея – вносят новейшие научные достижения, касающиеся возможности и необходимости использования растительных пигментов в водной толще и донных отложениях, запасы которых вместе с детритом, продукцией фитопланктона и зоопланктона неиссякаемы, а методы их вовлечения в полезный и более интенсивный оборот вещества и энергии экосистем только обозначены [Копылов, Косолапов, 2008; Слинкин, 2009; Копылов, Косолапов, 2011; Ростовцев и др., 2011; Сигарева, 2012; Мухачев, 2014; Ростовцев, Крохалевский, 2016].

Министерству сельского хозяйства РФ и его региональным подразделениям следует устанавливать перспективные планы-программы прогресса по производству пищевой рыбы и сделать значимым работу отделов и управлений рыбоводства, пока еще далеко отстающих от качества процесса управления районных и областных растениеводов и животноводов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология. М.: Пищевая промышленность, 1980. 168 с.
- Копылов А.И., Косолапов Д.Б. Бактериопланктон водохранилищ Верхней и Средней Волги. М.: Изд-во СГУ, 2008. 377 с.
- Копылов А.И., Косолапов Д.Б. Микробная «петля» в планктонных сообществах морских и пресноводных экосистем. Ижевск: КнигоГрад, 2011. 332 с.
- Кудерский Л.А. Рыбное хозяйство внутренних водоемов России в начале XXI столетия // IX съезд Гидробиологического общества РАН: тез. докл. (Тольятти, 18–22 сентября 2006 г.). Т. I. С. 244–245.
- Мухачев И.С. Озерное товарное рыбоводство. СПб.: Лань, 2013. 400 с.
- Мухачев И.С. Основные направления рыбохозяйственного использования малых озер Сибири и Урала. Тюмень: СибНИИРХ, 1970. 54 с.
- Мухачев И.С. Повышение рыбопродуктивности – тенденция развития озёрного рыбоводства Зауралья // Рыбное хозяйство. 2014. № 6. С. 79–82.
- Ростовцев А.А., Егоров Е.В., Зайцев В.Ф. Методические рекомендации по зарыблению озер, выращиванию и вылову товарной рыбы / Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области. Новосибирск, 2011. 48 с.
- Ростовцев А.А., Крохалевский В.Р. Проблемы и перспективы развития пастбищной аквакультуры на озерах Урала и Западной Сибири // Рыбное хозяйство. 2016. № 2. С. 77–81.
- Сигарева Л.Е. Хлорофилл в донных отложениях волжских водоемов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 217 с.
- Слинкин Н.П. Новые методы интенсификации озёрного рыболовства и рыбоводства. Тюмень: ТГСХА, 2009. 151 с.
- Muhachev I.S. Monitoring Lakeside Pasture Fishes in Zauralye, Russia // Academia Journal of Agricultural Research. 4(7), July 2016. P. 434–445.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ (КАМЧАТСКИЙ КРАБ, МОРСКОЙ ЕЖ)

Е.Д. Облучинская, М.П. Клиндух, А.В. Даурцева

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск
okaterine@yandex.ru

В настоящее время актуальным направлением является развитие технологий комплексной и безотходной переработки морских гидробионтов, в частности морских ежей и камчатских крабов. При обработке промысловых видов морских гидробионтов до 60 % от массы улова составляют отходы. В результате исследований последних десятилетий в отходах идентифицировано большое количество биологически активных компонентов – пептидов, олигосахаридов, жирных кислот, ферментов, аминокислот, природных пигментов и микроэлементов [Руцкова и др., 2014].

Морские ежи являются типичными представителями беспозвоночных и источником ряда интересных биологически активных веществ. В состав гонад морских ежей входят все незаменимые аминокислоты в количествах, соответствующих полноценному белку [Пивненко и др., 2012]. Икра морского ежа является съедобной частью и составляет примерно 10 % от его общей массы (в период размножения масса гонад (икры) достигает 20 % массы морских ежей), остальные части, такие как панцирь, иглы и внутренности, как правило, считаются отходами. Утилизация отходов морского ежа является важным вопросом и может повысить общую экономическую ценность данного продукта, сократить отходы [Средство ... 2011].

Пищеварительные органы различных морских беспозвоночных, и особенно гепатопанкреас ракообразных, являются уникальным сырьем для получения ферментов. Камчатский краб – один из самых крупных ракообразных Дальнего Востока и Баренцева моря – является важнейшим объектом промысла. В составе отходов от разделки крабов, которые не используются промышленностью, содержатся такие высокоценные компоненты, как белок – 12,5 %, хитин – 2,6 %, липиды – 0,24 % и минеральные элементы – 4,96 % (в расчете на сырой материал). Карапакс с абдоменом используют для получения белковых гидролизатов методом биотехнологической конверсии и хитозана, на основе которого разрабатывают биологически активные добавки к пище (БАД). Гепатопанкреас краба применяют в качестве источника ферментных препаратов и жиров [Игнатова и др., 2015].

Наиболее перспективным направлением является разработка способов комплексной переработки морских ежей и отходов камчатского краба. Например, известен способ комплексной переработки морских ежей, при котором последовательно получают ганглиозиды, эхинохром А, белковый концентрат и минеральную муку [Способ получения ... 2011].

Однако в существующих технологиях комплексной переработки морских ежей и крабов имеются серьезные недостатки: потеря некоторых ценных биологически активных веществ, обработка сырья большим количеством токсичных органических растворителей, затраты на утилизацию отходов переработки. В связи с этим необходимо разработать более эффективные и безопасные способы переработки морских ежей и отходов камчатского краба для внедрения в Баренц-регионе.

Хорошим примером получения ферментативных белковых гидролизатов из морских гидробионтов для кормовых целей является технология, которая включает гидролиз белков отходов промысла и переработки гидробионтов под действием гепатопанкреаса – сырца краба (или комплексного ферментного препарата, полученного из него) [Способ получения ... 2003]. Другим примером является технология осветления и обезжиривания растворов белкового ферментативного гидролизата, полученного из отходов переработки гидробионтов, разработанная с целью получения высококачественного конечного продукта, снижения (по сравнению с другими технологиями) массовой доли минеральных веществ и хлорида натрия в готовом продукте [Способ получения ... 2013].

В данной работе изучены некоторые биохимические характеристики мышечной ткани и внутренностей камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) и икры и внутренностей двух видов морских ежей (*Strongylocentrotus pallidus* и *Strongylocentrotus droebachiensis*), выловленных в б. Белокаменная Кольского залива в апреле 2017 г. Содержание влаги в образцах определяли согласно общепринятой методике [ГОСТ 7636-85]. Содержание белка определяли по методу Лоури [Lowry et al., 1951]. Липиды экстрагировали смесью хлороформа, метанола и воды

с дальнейшим определением по стандартной методике [Николаенко, 2011]. Определение состава и содержания тотальных аминокислот проводили согласно методике на жидкостном хроматографе фирмы Shimadzu LC-20AD Prominence (Япония) [Руденко и др., 2010]. Полученные данные представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМЧАТСКОГО КРАБА И МОРСКИХ ЕЖЕЙ

Вид Параметр	Краб камчатский <i>P. camtschaticus</i>		Ёж морской <i>S. pallidus</i>		Ёж морской <i>S. droebachiensis</i>	
	мышцы	внутренности	икра	внутренности	икра	внутренности
Содержание влаги, %	90,33 ± 0,25	89,46 ± 0,95	77,83 ± 4,32	76,37 ± 1,33	82,65 ± 1,46	79,63 ± 4,06
Содержание белка, %	15,18 ± 1,28	14,54 ± 0,62	13,19 ± 1,14	8,42 ± 0,22	13,29 ± 3,22	13,02 ± 0,96
Содержание липидов, %	1,4 ± 0,1	2,3 ± 0,1	3,7 ± 0,2	5,7 ± 0,3	2,7 ± 0,1	6,0 ± 0,3

Из представленных в таблице 1 данных видно, что содержание влаги в мышечной ткани и внутренностях краба выше на 10 %, чем в икре и внутренностях морских ежей. Содержание белка в мышцах и внутренностях краба оказалось одинаковым и соответствовало периоду его промысла. Для весеннего периода содержание белка в мышцах исследованного краба оказалось выше на 2–3 % [Камчатский краб ... 2003]. Различий в содержании белка в икре у разных видов морских ежей обнаружено не было. При этом внутренности *S. droebachiensis* содержали такое же количество белка, что и его икра, а внутренности *S. pallidus* уступали по содержанию белка в икре почти на 5 %. Содержание липидов у морских ежей двух видов оказалось в 2–2,6 раз выше, чем в аналогичных частях тела краба. Для весеннего периода найдены схожие с литературными данными значения [Камчатский краб ... 2003; Руцкова и др., 2014].

У исследованных гидробионтов было обнаружено 20 аминокислот, 8 из которых относятся к незаменимым для человека. В наибольшем количестве во внутренностях и мышцах камчатского краба содержатся фенилаланин, треонин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты. В икре и внутренностях *S. pallidus* в наибольшем количестве содержатся фенилаланин, глицин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты. Для икры *S. droebachiensis* было характерно наибольшее содержание фенилаланина, лейцина, глицина и лизина, тогда как в его внутренностях наблюдалось высокое относительное содержание тех же аминокислот, что и в икре и внутренностях *S. pallidus* (табл. 2).

Таблица 2

СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТ В КАМЧАТСКОМ КРАБЕ И МОРСКИХ ЕЖАХ

Вид Название аминокислоты	Краб камчатский <i>P. camtschaticus</i>		Ёж морской <i>S. pallidus</i>		Ёж морской <i>S. droebachiensis</i>	
	мышцы	внутренности	икра	внутренности	икра	внутренности
1	2	3	4	5	6	7
Аланин	3,73 ± 0,09	2,63 ± 0,25	3,81 ± 0,08	1,56 ± 0,07	0,97 ± 0,05	1,95 ± 0,11
Аргинин	0,92 ± 0,35	0,86 ± 0,24	0,33 ± 0,01	0,21 ± 0,09	0,20 ± 0,05	0,43 ± 0,24
Аспарагиновая кислота	6,03 ± 1,55	4,64 ± 0,35	5,07 ± 0,20	2,37 ± 0,10	1,69 ± 0,17	3,66 ± 0,24
Валин	2,36 ± 0,19	1,96 ± 0,16	2,02 ± 0,17	0,94 ± 0,03	1,74 ± 0,11	1,37 ± 0,08
Гидроксипролин	0,26 ± 0,10	0,18 ± 0,05	0,08 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Гистидин	2,47 ± 0,40	1,74 ± 0,04	0,69 ± 0,20	0,57 ± 0,09	0,44 ± 0,08	0,77 ± 0,24
Глицин	4,52 ± 0,08	3,55 ± 0,06	8,92 ± 0,16	4,15 ± 0,25	2,40 ± 0,21	5,64 ± 0,13
Глутаминовая кислота	6,25 ± 1,94	4,51 ± 0,13	4,67 ± 0,23	2,63 ± 0,13	1,45 ± 0,15	3,31 ± 0,13
Изолейцин	2,11 ± 0,07	1,62 ± 0,15	1,63 ± 0,09	0,81 ± 0,01	1,65 ± 0,11	1,19 ± 0,09
Лейцин	4,21 ± 0,15	3,12 ± 0,15	2,99 ± 0,01	1,53 ± 0,01	2,72 ± 0,07	2,16 ± 0,19
Лизин	3,85 ± 0,15	2,65 ± 0,19	3,21 ± 0,34	1,53 ± 0,25	2,03 ± 0,19	3,16 ± 0,24
Метионин	0,79 ± 0,14	0,10 ± 0,02	0,80 ± 0,06	0,18 ± 0,01	0,60 ± 0,07	0,20 ± 0,06

1	2	3	4	5	6	7
Пролин	4,14 ± 0,06	3,40 ± 0,08	2,33 ± 0,03	1,28 ± 0,09	0,92 ± 0,12	1,88 ± 0,01
Серин	2,97 ± 0,13	2,46 ± 0,09	2,59 ± 0,03	1,13 ± 0,03	1,23 ± 0,08	1,73 ± 0,07
Треонин	5,30 ± 0,01	4,18 ± 0,30	3,69 ± 0,10	1,73 ± 0,02	1,83 ± 0,12	2,89 ± 0,18
Тирозин	2,31 ± 0,20	1,71 ± 0,20	1,39 ± 0,05	0,68 ± 0,02	1,17 ± 0,07	1,06 ± 0,05
Триптофан	1,01 ± 0,14	0,80 ± 0,09	0,52 ± 0,01	0,29 ± 0,02	0,34 ± 0,05	0,53 ± 0,01
Фенилаланин	19,50 ± 0,80	15,91 ± 1,70	14,40 ± 0,68	7,78 ± 0,32	10,82 ± 0,74	10,85 ± 0,90
Цистин + цистеин	0,44 ± 0,09	0,39 ± 0,05	0,27 ± 0,03	0,15 ± 0,02	0,27 ± 0,05	0,21 ± 0,01
Сумма аминокислот	73,17 ± 4,02	56,41 ± 2,81	59,40 ± 1,56	29,56 ± 0,26	32,50 ± 1,23	43,05 ± 2,58
Сумма незаменимых аминокислот	39,13 ± 2,74	30,35 ± 2,75	29,26 ± 1,46	14,79 ± 0,91	21,74 ± 1,85	22,35 ± 1,74
Доля незаменимых к сумме аминокислот, %	53,48	53,79	49,26	50,04	66,91	51,91

Согласно данным, представленным в таблице 2, в мышцах краба содержится наибольшее количество аминокислот по сравнению с остальными исследуемыми объектами. Внутренности *P. camtschaticus* содержат в 1,3 раза меньше аминокислот, чем его мышцы, но по соотношению незаменимых аминокислот к их общему содержанию внутренности и мышцы не различались.

У морских ежей вида *S. pallidus* содержание аминокислот в икре оказалось в 2 раза больше, чем во внутренностях, но при этом соотношение незаменимых аминокислот к их общему содержанию оказалось одинаковым. Для морских ежей вида *S. droebachiensis* содержание аминокислот в икре оказалось в 1,3 раза меньше, чем во внутренностях, но по соотношению незаменимых аминокислот к их общему содержанию икра превосходит внутренности ежей данного вида.

Несмотря на имеющиеся биохимические различия в используемых частях морских гидробионтов (мышцы краба, икра морских ежей) и отходах их переработки (внутренности), последние являются очень хорошим объектом для получения белковых гидролизатов с достаточно высоким содержанием незаменимых аминокислот.

Современная переработка морских гидробионтов должна основываться на комплексном безотходном подходе с получением традиционных пищевых продуктов, лечебно-профилактических средств и кормов для аквакультуры. Создание подобного единого технологического цикла при переработке камчатского краба и морских ежей является перспективным направлением развития рыбоперерабатывающей отрасли на территории Мурманской области.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» проекта «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России», соглашение № 14.607.21.0163 от 03.10.2016, уникальный идентификатор прикладных научных исследований и экспериментальных разработок (проекта) RFMEFI60716X0163.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Введён 01.01.86. М.: Изд-во стандартов, 2004. 86 с.

Игнатова Т.А., Родина Т.В., Подкорытова А.В. Биотехнологическая конверсия отходов от разделки краба *Paralithodes camtschaticus* при получении кормовой добавки с хитином // Вестник биотехнологии. 2015. Т. 11. № 1. С. 20–27.

Камчатский краб в Баренцевом море. Изд. 2-е, перераб. и доп. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. 383 с.

Николаенко О.А., Шокина Ю.В., Волченко В.И. Методы исследования рыбы и рыбных продуктов: уч. пос. СПб.: ГИОРД, 2011. 176 с.

Пивненко Т.Н., Дроздова Л.И., Загородная Г.И. Функциональный комбинированный продукт из медузы *Rhopilema Asamushi* и икры морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* // Известия ТИНРО. 2012. Т. 171. С. 303–312.

Руденко А.О., Карцова Л.А., Снарский С.И. Определение важнейших аминокислот в сложных объектах биологического происхождения методом обращенно-фазовой ВЭЖХ с получением фенилтиогидантоинов аминокислот // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т. 10. Вып. 2. С. 223–230.

Руцкова Т.А., Артюков А.А., Купера Е.В. Некоторые аспекты комплексной переработки иглокожих // Вестник ДВО РАН. 2014. № 1. С. 174–183.

Способ комплексной переработки морских ежей: пат. 2432956 РФ / О.Н. Пожарицкая, И.Н. Уракова, А.Н. Шиков, В.Г. Макаров. № 2010128393/15, опубл. 10.11.2011. Бюл. № 31. 9 с.

Способ получения ферментативных белковых гидролизатов из морских гидробионтов для микробиологических и/или кормовых целей: пат. 2215425 РФ / В.Ю. Новиков, В.А. Мухин, А.А. Макин. № 2001115122/13, опубл. 10.11.2003. Бюл. № 31. 13 с.

Способ получения хитозан-нуклеинового гидролизата: пат. 2483110 РФ / С.Н. Максимова, Д.В. Полещук, Ю.М. Гафуров. № 2011146227/10, опубл. 27.05.2013. Бюл. № 15. 36 с.

Средство, обогащенное пептидами, аминокислотами и фосфолипидами: пат. 2481119 РФ / О.Н. Пожарицкая, И.Н. Уракова, А.Н. Шиков, М.Н. Макарова, и др. № 2012108497/15, опубл. 10.11.2011. Бюл. № 13. 9 с.

Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. No. 193. P. 265–275.

ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАННОЙ САХАРИНЫ ЯПОНСКОЙ В КОРМАХ ДЛЯ МОЛОДИ ТРЕПАНГА

А.М. Рогов, И.А. Кадникова, Н.М. Аминина

Тихоокеанский рыбохозяйственный научно-исследовательский центр (ТИНРО-Центр), г. Владивосток

Водоросли являются основным компонентом кормов для питания молоди трепанга, выращиваемой в заводских условиях. Для промышленного производства кормов необходимо использовать промысловый вид водорослей, обладающий широким ареалом произрастания, достаточными запасами, объемами для вылова, а также достаточно быстрым восстановлением запасов. Этим критериям отвечает водоросль сахарина японская.

Отсутствие или низкое содержание собственных пищеварительных ферментов на ранних стадиях развития трепанга затрудняет усвоение питательных веществ сахарины в кормах. Для решения этой проблемы перспективным направлением является использование в составе кормов для молоди трепанга ферментированных водорослей. С этой целью возможно применение готовых препаратов ферментных комплексов или пищеварительных ферментов морских животных, в частности иглокожих, показывающих, согласно литературным данным, высокую активность [Алексеева и др., 2003, Звягинцева и др., 2013, Рассказов, 2014].

Целью настоящей работы являлось изучение состава ферментированной сахарины для использования в составе комбикормов для молоди трепанга.

В качестве исходного материала для исследований использовали промысловую бурую водоросль сахарину японскую (*Saccharina japonica*), внутренности серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) и внутренности кукумари японской (*Cucumaria japonica*), а также пять ферментных препаратов (ЦеллоЛюкс-Ф, Вискофло, Оллзайм РТ, Оллзайм Вегпро, Оллзайм ВG).

При выполнении исследований по химическому составу водорослей использовали стандартные методы исследований [ГОСТ 26185-84]. В образцах водорослей определяли содержание воды, минеральных веществ, альгиновой кислоты. Общее содержание углеводов определяли антроновым методом [ГОСТ 26176]. Комплекс ферментов получали из мороженых внутренностей серого ежа и кукумари. Экстракция проводилась фосфатным буфером в течение 8 ч и при pH 5–8 [Рогов и др., 2014].

Предварительный анализ химического состава сахарины показал, что основным субстратом для действия ферментов являются углеводы, в первую очередь это альгиновая кислота и клетчатка. Условия обработки водорослей ферментными комплексами представлены на рисунке 1.



Рис. 1

Общая схема обработки сахарины ферментными комплексами иглокожих и промышленными ферментными препаратами

После ферментной обработки комплексом из внутренностей кукумарии основные изменения происходят в количественном составе углеводов. С увеличением рН в щелочную область возрастает степень гидролиза альгиновой кислоты, и ее количество уменьшается в 2,2 раза. Содержание легкогидролизуемых полисахаридов (ЛГП) в обработанных образцах увеличивается и находится на уровне 18,0–20,1 %. Одновременно происходит гидролиз клетчатки. Содержание клетчатки в обработанных образцах снижается до уровня 5,5–7,5 %.

Таблица 1

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ САХАРИНЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ФЕРМЕНТНЫМ КОМПЛЕКСОМ ИЗ ВНУТРЕННОСТЕЙ КУКУМАРИИ

Образец сахарины	ЛГП	Клетчатка	Альгиновая кислота
Необработанная	13,0	15,1	30,7
Обработка ферментным комплексом из внутренностей кукумарии при 30 °С			
при рН 5	18,7	6,7	19,1
при рН 6	18,4	7,0	19,7
при рН 7	18,0	7,5	14,6
при рН 8	20,1	5,5	13,8
Обработка при 45 °С			
при рН 5	14,0	5,8	29,1
при рН 6	18,4	8,1	23,9
при рН 7	14,0	5,9	24,9
при рН 8	17,5	4,5	22,8

При повышении температуры обработки до 45 °С во всех образцах сильнее идет гидролиз клетчатки, содержание которой снижается до 4,5 %, что ниже содержания клетчатки при обработке при 30 °С. Отмечается рост содержания ЛГП. Гидролиз основного компонента сахарины – альгиновой кислоты – проходит слабее, чем при 30 °С.

Проведенный анализ сахарины, обработанной ферментным комплексом из внутренностей серого морского ежа при 30 °С, показал, что в водоросли происходит деструкция полисахаридов и накопление ЛГП. С повышением рН до 8 в 2,3 раза уменьшается содержание альгиновой кислоты, клетчатки – в 2,5 раза. Максимальное содержание ЛГП выявлено в образце, обработанном при рН 8.

С увеличением температуры обработки до 45 °С гидролиз альгиновой кислоты усиливается, содержание уменьшается в 3,6 раза по сравнению с обработкой при температуре 30 °С. Количество ЛГП увеличивается до 22,8 % за счет перехода в эту категорию части альгиновой кислоты после ферментного гидролиза.

На основании проведенных исследований было установлено, что наиболее активное гидролитическое действие на полисахариды сахарины происходит при обработке рН 8. Обработку сахарины комплексом ферментов из внутренностей кукумарии рекомендуется проводить в следующих условиях: рН 8, гм 1 : 15, температура 30 °С, 24 ч. При использовании ферментного комплекса из внутренностей серого морского ежа обработку сахарины проводят при рН 8, гм 1 : 10, температура 45 °С, 24 ч.

Таблица 2
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ САХАРИНЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ
ФЕРМЕНТНЫМ КОМПЛЕКСОМ
ИЗ ВНУТРЕННОСТЕЙ СЕРОГО МОРСКОГО ЕЖА

Образец сахарины	ЛГП	Клетчатка	Альгиновая кислота
Необработанная	13,0	15,1	30,7
Обработка ферментным комплексом из внутренностей морского ежа при 30 °С			
при рН 5	17,0	7,4	16,0
при рН 6	17,1	6,7	15,5
при рН 7	18,1	7,5	13,1
при рН 8	20,5	5,4	12,9
Обработка при 45 °С			
при рН 5	14,0	8,9	20,2
при рН 6	20,3	7,8	19,3
при рН 7	20,0	12,3	15,0
при рН 8	22,8	8,7	8,6

Образец сахарины	Условия обработки	ЛГП	Клетчатка	Альгиновая кислота
<i>Необработанная</i>		5,7	17,4	35,5
Целлолюкс-F	рН 6; 55 °С	16,5	5,9	28,2
	рН 5; 60 °С	12,0	9,9	31,2
Вискофло	рН 6; 55 °С	10,0	12,1	31,8
	рН 6; 60 °С	14,4	10,7	28,0
Оллзайм ВГ	рН 5; 40 °С	14,5	9,9	29,5
	рН 6; 55 °С	20,9	6,8	26,6
Оллзайм РТ	рН 5; 40 °С	8,5	14,5	33,3
	рН 6; 55 °С	18,9	4,5	26,5
Оллзайм ВегПро	рН 5; 40 °С	11,2	9,2	30,9
	рН 6; 55 °С	16,7	5,2	29,4

Целлолюкс-F и Вискофло МГ одинаково влияют на содержание альгиновой кислоты и снижают ее количество с 35,5 % до 28,2 % и 28,0 % соответственно. При этом препарат Целлолюкс более активно воздействует на клетчатку в сахарине по сравнению с препаратом Вискофло, снижая её содержание с 17,4 % до 5,9 и 10,7 % соответственно. Закономерно увеличивается содержание ЛГП до 16,7 % и 14,4 % за счет перехода в эту категорию доли клетчатки и альгиновой кислоты после гидролиза.

Препараты группы Оллзайм также меняют соотношение углеводов, усиливая гидролиз альгиновой кислоты и клетчатки. При обработке сахарины в ней снижается содержание альгиновой кислоты до уровня 26,5–29,4 %, а клетчатки в 2,5–3,9 раз (до 4,5–6,8 %). Соответственно, увеличивается доля ЛГП до 16,7–20,9 %.

Таким образом, обработка водорослей ферментными препаратами способствует снижению в них количества альгиновой кислоты и клетчатки и, как следствие, увеличению ЛГП. Под действием комплекса ферментов активно протекает гидролиз высокомолекулярных полисахаридов, в результате снижается их вязкость при растворении кормов в воде, облегчая доступность корма молоди трепанга.

Полученные данные позволяют предположить, что использование обработанной сахарины в комбикормах для молоди трепанга будет более эффективно, чем натуральная водоросль.

Наиболее эффективно обработанные водоросли вводили в ранее разработанную рецептуру продукционного комбикорма [Кадникова и др., 2015].

Полученные комбикорма были переданы на биологические испытания для оценки кормовой эффективности. Контролем служил продукционный комбикорм на основе натуральной сахарины. Эффективность комбикормов оценивали по приросту массы тела особей (рис. 2).

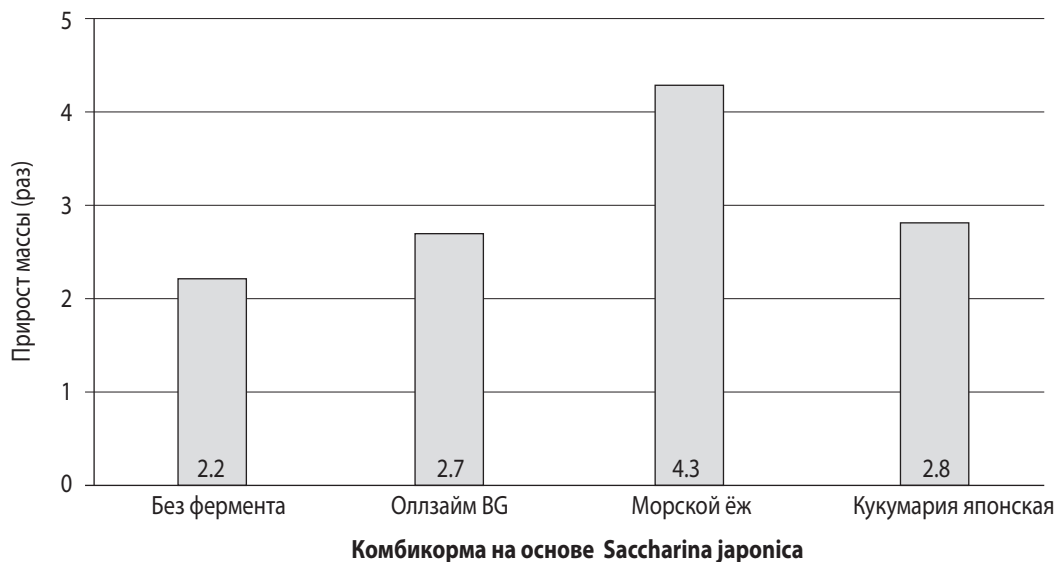


Рис. 2

Эффективность комбикормов на основе ферментированной сахарины

Биологические испытания показали, что прирост молоди трепанга при питании кормом на основе ферментированной сахарины выше, чем при использовании натуральной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеева З.Ю., Еникеев А.Х., Галынкин В.А. и др. Полиферментативный гидролиз полисахаридов водорослей *Laminaria saccharina* // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2009. № 6. С. 50–53.

ГОСТ 26176-91. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. Введ. 01.01.93. М.: Стандартинформ, 2011. 10 с.

ГОСТ 26185-84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 01.01.85. М.: Изд-во стандартов, 1984. 53 с.

Звягинцева Т.Н., Кусайкин М.И., Ермаков С.П., Шевченко Н.М. Полисахариды бурых водорослей и ферменты морских организмов, катализирующие их превращения. Перспективы создания БАД и лекарств на основе полисахаридов и продуктов их трансформации // Исследования природных соединений в Тихоокеанском институте биоорганической химии им. Г.Б. Елякова. Владивосток: Дальнаука, 2013. 186 с.

Кадникова И.А., Аминина Н.М., Мокрецова Н.Д., Рогов А.М. Перспектива использования морских водорослей в биотехнологии кормов для марикультуры // Биотехнология: состояние и перспективы развития: мат-лы VII московского междунар. конгресса (г. Москва, 17–20 марта 2015 г.). М., 2015. С. 122–123.

Расказов В.А. Ферменты морских организмов и перспективы их использования в медицине и биотехнологии // Вестник ДВО РАН. 2014. № 1. С. 61–68.

Рогов А.М., Кадникова И.А., Аминина Н.М. Исследование влияния ферментативной обработки морских водорослей *Saccharina japonica* на ее химический состав // Химия и технология новых веществ и материалов: тез. докл. Всерос. молодеж. науч. конф. (г. Сыктывкар, 26–30 мая 2014 г.). С. 171–173.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ МОРСКОЙ МИКРОВОДОРОСЛИ *Tetraselmis viridis* ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ В МОРОЗИЛЬНОЙ КАМЕРЕ

И.А. Харчук, Н.М. Береговая

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь
seaferm@yandex.ru

Морская зеленая микроводоросль *Tetraselmis viridis* довольно широко используется в биотехнологии и марикультуре. Ценность ее определяется содержанием белков, высокомолекулярных жирных кислот, незаменимых аминокислот, каротиноидных пигментов, необходимых для полноценного развития мальков и личинок рыб [Микулин, 1994]. Широкий спектр применимости микроводорослей складывается из нескольких основных направлений: использование самой биомассы и использование биомассы как сырья для получения каких-либо ценных веществ [Горбунова, Жондарева, 2012].

Хранение клеток в замороженном состоянии обеспечивает долгосрочное сохранение культур с поддержанием высокой жизнеспособности и предупреждением мутационных изменений, то есть в состоянии, максимально близком к естественному. Консервация микроводорослей с протекторами путем их замораживания позволяет сохранять их длительное время [Харчук, 2017]. Однако сроки хранения микроводорослей варьируют. Цель данной работы (на примере зеленой микроводоросли *Tetraselmis viridis*) – исследовать влияние протектора разной концентрации на содержание биохимических компонентов в клетках при длительном хранении в морозильной камере и температуре –14 °С.

Материалы и методы. Объектом исследования служила культура *Tetraselmis viridis* (штамм IBSS–25) из коллекции отдела биотехнологии и фиторесурсов ИМБИ РАН. Микроводоросли культивировали в накопительном режиме при постоянном круглосуточном освещении и автоматическом перемешивании с использованием насоса для удаления избытка кислорода из среды и равномерного прогрева всего слоя питательного раствора культуры. Интенсивность света на поверхности раствора составляла 8 кЛк. Температура среды колебалась в диапазоне 25–29 °С. В качестве питательной среды для *T. viridis* использовали среду Тренкеншу. Объем среды в культиваторах составлял 1 л при высоте слоя раствора 45 см.

На стационарной фазе роста культуру микроводорослей разделяли на три равные части и к двум из них добавляли глицерин, конечная концентрация которого составляла 10, 20 и 30 %. Клетки продолжали культивировать еще в течение 48 ч. Затем проводили концентрирование клеток центрифугированием при 3000 об./мин на лабораторной центрифуге ОПН–3–УХЛ 42. Пасту водорослей помещали в герметичные пластиковые боксы и ставили в морозильную камеру (–14 °С). Перед замораживанием проводили биохимические исследования. Влажность в обезвоженных культурах определяли стандартным методом доведения до постоянной массы [Топачевский, 1975]. Пробы обрабатывали по схеме комплексного химического анализа гидробионтов [Копытов, Дивавин и др., 1985]. Массовую долю белка в водорослях определяли по методике Лоури [Lowry, Rosebrough et al., 1951], содержание пигментов – спектрофотометрическими методами на приборе СФ-2000 [Рубин, 1975; Rowan, 1989]. Общее содержание липидов находили спектрофотометрическим методом с фосфованилиновым реактивом [Агатова, 2004]. Определение углеводов проводили по методике Агатовой А.И. (2004) с L-триптофановым реактивом [Агатова, 2004]. Регистрируемые показатели химического состава выражали в пересчете на сухую массу. В процессе хранения водоросли периодически реактивировали и определяли долю клеток, сохранивших свою жизнеспособность, а также проводили биохимический анализ.

Результаты и обсуждение. При сравнении биохимических показателей клеток *T. viridis* перед закладкой на длительное хранение выявлена динамика снижения количества пигментов (хлорофиллов и каротиноидов), липидов и белков с увеличением концентрации вносимого протектора. Содержание резервных углеводов в клетках с протекторами было ниже, чем в контроле, на 56–76 %, в то время как количество структурных углеводов статистически не менялось (рис. 1). Данное явление связано с внесением глицерина в культуру и возможностью перехода клеток *T. viridis*, как и многих зеленых одноклеточных водорослей, на миксотрофный способ питания [Жондарева, Тренкеншу, 2016; Liang, 2009; Kong et al., 2013]. После добавления глицерина в течение 3–5 дней отмечается снижение роста культуры [Жондарева, Тренкеншу, 2016], что сказывается на биохимических показателях.

Через 7 лет пребывания в морозильной камере в клетках зеленых водорослей отмечено снижение суммарных хлорофиллов на 26–75 % от первоначальных концентраций, каротиноидов – на 60–88 %, липидов – на 47–86 %, белков – на 24–88 %, структурных углеводов – на 53–71 %. Относительно высокое содержание всех биохимических компонентов зарегистрировано в культуре, сохраняемой с глицерином 20 %-ной концентрации.

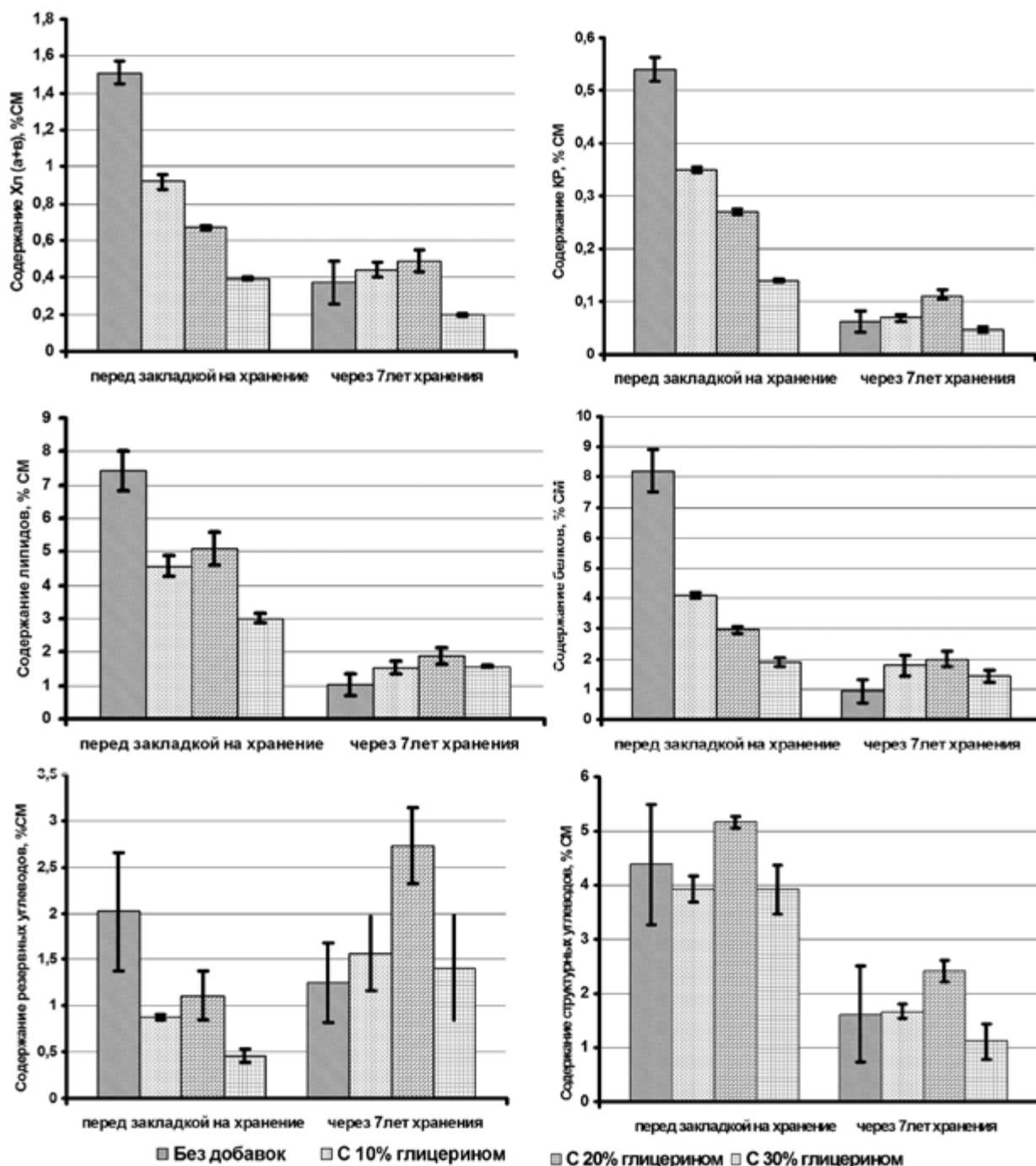


Рис. 1

Содержание биохимических компонентов в клетках зеленой микроводоросли *Tetraselmis viridis* в зависимости от используемого протектора и длительности хранения. (Хл (a+b) – суммарные хлорофиллы, КР – каротиноиды)

Механизм действия глицерина на мембранном уровне не совсем ясен. Известно, что глицерин слабо влияет на свойства поверхности липидных монослоев и оказывает определенное действие на структуру мембраны. Глицерин в высоких концентрациях приводит к формированию новой гелевой фазы, в которой углеводородные хвосты липидов противоположных монослоев проникают друг в друга, что значительно снижает удельную емкость липидного слоя [Пушкаръ, Шраго и др., 1978; Demel, Kruijff, 1976].

Реактивация *T. viridis* через 7 лет пребывания в морозильной камере продлилась на 30 суток. Однако во всех пробах были обнаружены жизнеспособные клетки, которые после восстановления перешли к делению.

Заключение. При длительном хранении *Tetraselmis viridis* (более 7 лет) в морозильной камере в пробах без протекторов отмечено снижение биохимических показателей (пигментов, липидов, белка, углеводов) на 70–90 % от первоначального количества, в пробах, сохраняемых с протекторами (глицерин 10 %-, 20 %- и 30 %-ный), – на 30–60 %. Процесс реактивации был длительный, однако во всех пробах сохранились клетки, способные к размножению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агатова А.И. Руководство по современным биохимическим методам исследования водных экосистем, перспективных для промысла и марикультуры. М.: Изд-во ВНИРО, 2004.

Горбунова С.Ю., Жондарева Я.Д. Об эффективности использования микроводорослей в промышленной биотехнологии с целью мелиорации водной среды и получения кормов для различных отраслей сельского хозяйства // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Чёрноморского региона: мат-лы VII Междунар. конф. (г. Керчь, 20–23 июня 2012 г.). Керчь, 2012. Т. 2. С. 114–120.

Жондарева Я.Д., Тренкеншу Р.П. Фотоавтотрофный и миксотрофный рост *Tetraselmis viridis* в накопительной культуре // Актуальные вопросы биологической физики и химии. 2016. № 1–2. С. 106–109.

Копытов Ю.П., Дивавин И.А., Цымбал И.М. Схема комплексного биохимического анализа гидробионтов // Рациональное использование ресурсов моря – важный вклад в реализацию продовольственной программы: мат-лы конф. / АН УССР. ИнБЮМ. Севастополь, 1985. 4.2. С. 227–231.

Микулин А.Е. Живые корма. М.: Дельфин, 1994. 9 с.

Рубин Б.А. Большой практикум по физиологии растений. М.: Высш. шк., 1975. 439 с.

Топачевский А.В. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. Киев: Наук. думка, 1975. 247 с.

Пушкарь Н.С., Шраго М.И. и др. Криопротекторы. Киев: Наук. думка, 1978. 204 с.

Харчук И.А. Оценка жизнеспособности трех видов микроводорослей после воздействия низких температур с криопротекторами // Вопросы современной альгологии. 2017. № 1 (13). URL: <http://algology.ru/1133>

Demel R.A., De Kruijff B. The function of sterols in membranes // Biochim. Biophys. Acta. 1976. Vol. 457. P. 109–132.

Kong W.B., Yang H., et al. Effect of glycerol and glucose on the enhancement of biomass, lipid and soluble carbohydrate production by *Chlorella vulgaris* in mixotrophic Culture // Food technol. Biotechnol. 2013. Vol. 51 (1). P. 62–69.

Liang Y., Sarkany N., et al. Biomass and lipid productivities of *Chlorella vulgaris* under autotrophic, heterotrophic and mixotrophic growth conditions // Biotechnol Lett. 2009. 31: Iss. 7. P. 1043–1049. doi:10.1007/s10529-009-9975-7

Lowry O. H., Rosebrough N. J. et al. Protein measurement with folin phenol reagent I // Journ. Biol. Chem. 1951. Vol. 193. No. 1. P. 265–275.

Rowan K.S. Photosynthetic Pigments of Algae. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1989. 334 p.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАК ИНДИКАТОРЫ ВЛИЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ МОЛОДИ АМУРСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

В.Н. Валова

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, г. Владивосток
vera.valova@tinro-center.ru, vera.valova@yandex.ru

Процветание любого вида рыб зависит от условий обитания, где они взаимодействуют с различного рода абиотическими и биотическими факторами. Среди множества биологических переменных, характеризующих состояние отдельных особей, групп организмов, целых популяций и экосистем имеется относительно небольшое количество параметров, которые могут служить индикаторами воздействия на организм рыб окружающей среды. Поэтому возникает необходимость разработки инструментариев, определяющих степень этого воздействия на осетровых рыб в современных условиях (в частности, в условиях интенсивного индустриального выращивания), позволяющих своевременно выявлять изменения в физиологическом статусе рыб. Одним из возможных методов может быть анализ гематологических показателей и гистологический анализ состояния внутренних органов.

Цель работы – выявить физиологические показатели, которые могут служить индикаторами воздействия окружающей среды на молодь амурских осетровых рыб при искусственном выращивании.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить реакцию крови на изменения абиотических и биотических факторов при выращивании молоди амурских осетровых рыб в садках тепловодного хозяйства;
- оценить реакцию пищеварительной системы рыб молоди амурских осетровых рыб на условия искусственного выращивания.

В ходе исследований для определения воздействия факторов окружающей среды на организм рыб использовались методы гематологического анализа и гистологический анализ пищеварительной системы рыб.

Исследовались следующие показатели: общее число эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, СОЭ, общее количество гемоглобина в периферической крови, гематокрит, МСН, МСV, МСНС, цветной показатель (Color index), наличие патоморфологических изменений в клетках красной и белой крови.

Состояние пищеварительной системы исследовалось визуально при вскрытии рыб и на гистологических препаратах. Сбор и обработка гематологического и гистологического материала проводились по общепринятым методикам [Ромейс, 1954, Лилли, 1969, Иванова, 1984]. Весь материал обработан статистически с помощью пакета Excel.

Согласно полученным в ходе исследований данным (табл. 1), после выхода из зимовки у трехгодовиков калуги и годовиков амурского осетра общее число эритроцитов не выходило за пределы нормы 1,237–1,13 млн/мкл, в отличие от двухгодовиков (2,331 млн/мкл) и годовиков (0,887 млн/мкл). При этом количество тромбоцитов у трехгодовиков и годовиков калуги отличалось незначительно; по сравнению с ними у двухгодовиков калуги этот показатель оказался на 25,6 % и 26,7 % выше, а у годовиков амурского осетра на 13–13,2 % ниже. Необходимо отметить, что количество тромбоцитов в периферической крови осетровых рыб имеет большие колебания и составляет 0,87–47,2 тыс./мкл (в среднем 17,6 тыс./мкл) [Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб, 1998]. Для амурских осетровых рыб пределы колебаний количества тромбоцитов в периферической крови до сих пор не установлены и если основываться на упомянутом выше источнике, то следует отметить, что во время зимовки молодь подвергалась воздействию неблагоприятных абиотических факторов. Наибольшее влияние они оказали на годовиков калуги и амурского осетра, которые вошли в зимовку с низким физиологическим статусом. Это под-

тверждается и другими показателями красной крови: высокие значения скорости оседания эритроцитов (СОЭ); пониженный в сравнении с трех- и двухгодовиками уровень гемоглобина, низкий гематокрит, низкие значения объема 1 эритроцита (MCV) и низкие концентрации гемоглобина в 1 эритроците (MCH) при довольно высоком значении MCH (содержание гемоглобина в 1 эритроците). У всех исследованных рыб были обнаружены патоморфологические изменения клеток красной крови. Наиболее часто наблюдалась адгезия эритроцитов («монетные столбики») и гипохромазия, нередко встречался гемолиз, анизо- и пойкилоцитоз (годовики амурского осетра). Показатели красной крови у трехгодовиков и двухгодовиков калуги свидетельствуют об удовлетворительном состоянии молоди после выхода из зимовки и о более высокой устойчивости к неблагоприятным воздействиям абиотических и биотических факторов в зимний период времени. При повышении температуры и начале активного питания после зимовки показатели красной крови у годовиков несколько улучшились: повысился уровень гемоглобина в периферической крови и значения MCH и MCHC (табл. 1). Однако мы наблюдали одинаково высокие значения СОЭ, свидетельствующие о развитии патологических процессов в организме рыб, а также значительное снижение MCV у годовиков (двухлеток) калуги и повышение этого показателя у годовиков (двухлеток) амурского осетра. Также у годовиков амурского осетра отмечалось увеличение общего числа тромбоцитов, свидетельствующее о повышении вязкости крови, и снижение общего числа эритроцитов в крови.

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛИ КРАСНОЙ КРОВИ АМУРСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

Показатели	Калуга			Амурский осетр	
	<i>Окончание зимовки</i>				
	Трехгодовики	Двухгодовики	Годовики	Двухгодовики	Годовики
Общее количество лейкоцитов, тыс./мкл	42,10 ± 0,50	41,8 ± 0,59	40,3 ± 0,87	–	42,4 ± 0,58
Общее количество эритроцитов, млн/мкл	1,237 ± 0,07	2,331 ± 0,10	0,887 ± 0,07	–	1,13 ± 0,06
Тромбоциты, тыс./мкл	69,80 ± 1,58	87,7 ± 4,79	69,2 ± 1,09	–	60,70 ± 0,68
Гемоглобин, г/л	72,5 ± 5,50	76,68 ± 2,87	48,21 ± 2,68	–	48,51 ± 4,64
Гематокрит, об. %	26,28 ± 2,55	27,99 ± 1,66	15,40 ± 1,66	–	20,51 ± 1,73
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/час	10,6 ± 2,78	5,50 ± 1,47	7,5 ± 1,73	–	4,80 ± 0,89
Объем 1 эритроцита (MCV), мкм ³	220,34 ± 26,59	213,81 ± 9,70	180,91 ± 20,29	–	181,82 ± 11,47
Количество гемоглобина в 1 эритроците (MCH), пг	60,34 ± 5,52	62,07 ± 3,91	59,59 ± 7,19	–	45,11 ± 6,28
Концентрация гемоглобина в 1 эритроците (MCHC), г/%	29,54 ± 2,84	29,19 ± 1,77	33,81 ± 2,41	–	25,46 ± 3,36
	<i>Весеннее повышение температуры воды</i>				
	Четырехлетки	Трехлетки	Двухлетки	Трехлетки	Двухлетки
Общее количество лейкоцитов, тыс./мкл	42,0 ± 0,41	42,6 ± 0,43	42,3 ± 0,52	–	42,3 ± 0,60
Общее количество эритроцитов, млн/мкл	1,122 ± 0,08	1,045 ± 0,06	0,869 ± 0,10	–	0,719 ± 0,06
Тромбоциты, тыс./мкл	76,40 ± 2,88	62,10 ± 2,17	76,70 ± 4,70	–	83,20 ± 2,92
Гемоглобин, г/л	78,78 ± 4,99	75,00 ± 2,89	62,21 ± 4,37	–	50,90 ± 3,82
Гематокрит, об. %	17,82 ± 2,00	17,89 ± 1,96	13,00 ± 1,07	–	15,87 ± 1,26
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/час	3,90 ± 1,17	4,50 ± 1,92	5,80 ± 1,10	–	5,80 ± 1,10
Объем 1 эритроцита (MCV), мкм ³	162,46 ± 17,78	161,48 ± 25,26	169,64 ± 21,96	–	246,33 ± 42,36
Количество гемоглобина в 1 эритроците (MCH), пг	66,34 ± 6,17	75,44 ± 4,01	83,19 ± 12,54	–	73,05 ± 5,96
Концентрация гемоглобина в 1 эритроците (MCHC), г/%	46,23 ± 2,85	48,45 ± 7,31	51,07 ± 6,36	–	33,55 ± 3,18

Резкое уменьшение значений гематокрита и MCV наблюдалось также и у других возрастных групп калуги на фоне снижения у старших возрастных групп скорости оседания эритроцитов. Также как и после выхода из зимовки, практически у всей исследованной молодежи отмечались патоморфологические изменения клеток: гемолиз и адгезия эритроцитов, вакуолизация цитоплазмы эритроцитов, кариорексис и гипохромазия. Общее количество лейкоцитов осталось примерно на прежнем уровне. Эти изменения, вероятно, вызваны стрессом, связанным с резким повышением температуры воды (в течение 1–2 дней от 10–12 °С до 20 °С) в конце второй декады мая после аномально низких температур в апреле и начале мая. Пик высоких температур воды пришелся на конец июня, при этом температура воды поднялась до 33 °С с последующим падением до 27,6 °С. В этот период наблюдалось побледнение окраски у всей молодежи амурского осетра и калуги, независимо от возрастных групп, а также отмечалась дряблость мышц. При вскрытии печень имела мраморную, почти белую с кровоизлияниями окраску и рыхлую, нередко сметанообразную консистенцию (двухлетки), что свидетельствовало о развитии средней и тяжелой степени липоидной дегенерации печени. В этот период наблюдалось увеличение значений гематокрита и MCV, особенно резкое у трехлеток калуги (табл. 2) на фоне увеличения числа тромбоцитов. У двухлеток амурского осетра резко повысилось содержание общего гемоглобина в периферической крови, а также значения МСН и МСНС и возросло общее число эритроцитов. У всех возрастных групп молодежи калуги и двухлеток амурского осетра значения СОЭ остались на высоком уровне, что подтверждает развитие патологических процессов в организме рыб. К зимовке картина красной крови несколько изменилась: у трех- и двухлеток калуги и амурского осетра снизилось число тромбоцитов в периферической крови (табл. 2), значения эритрона остались на высоком уровне. При этом СОЭ снизилась у двухлеток амурского осетра и калуги, однако у трехлеток калуги этот показатель остался практически на прежнем уровне. При вскрытии рыб отмечалось улучшение состояния печени (светлая розово-коричневая окраска). У сеголеток амурского осетра перед зимовкой число эритроцитов было несколько снижено (табл. 2), так же как и уровень гемоглобина, при этом отмечался низкий гематокрит и MCV на фоне высоких значений МСН и МСНС, что свидетельствовало о снижении физиологического статуса молодежи. Сеголетки калуги перед зимовкой имели крайне низкое число эритроцитов (0,298 млн/мкл), низкий гемоглобин (33,00 г/л) и большие значения MCV (табл. 2). При этом наблюдалась активизация тромбоцитопоэза, вследствие которого повышалась вязкость крови. При этом у всех исследованных сеголеток были выявлены патоморфологические изменения эритроцитов, такие как гемолиз и адгезия эритроцитов, вакуолизация цитоплазмы эритроцитов и лизис ядер эритроцитов. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у сеголеток амурского осетра и калуги составила 10,6 мм/час и 12,0 мм/час соответственно. На препаратах ткань печени сеголеток калуги имела вид ажурной сетки, где площадь цитоплазмы гепатоцитов, занятая липоидными включениями, составляла более 70 % (тяжелая степень липоидной дегенерации печени). Для этой стадии характерны патологические изменения в пищеварительном тракте: деструктивные изменения в желудочных железах, отслоение эпителиальной выстилки слизистой оболочки желудка и пилорических придатков, образование микроэрозий.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что гематологические и гистологические показатели могут служить достоверными индикаторами воздействия абиотических и биотических факторов окружающей среды на организм рыб при искусственном выращивании, а также в природных популяциях.

Таблица 2

ПОКАЗАТЕЛИ КРАСНОЙ КРОВИ АМУРСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД

Показатели	Калуга			Амурский осетр	
	2			3	
1					
<i>Период высоких температур воды</i>					
	Четырех-летки	Трехлетки	Двухлетки	Трехлетки	Двухлетки
Общее количество лейкоцитов, тыс./мкл	43,90 ± 0,35	41,3 ± 0,40	42,8 ± 0,47	–	42,3 ± 0,42
Общее количество эритроцитов, млн/мкл	1,348 ± 0,06	1,116 ± 0,04	1,109 ± 0,07	–	1,136 ± 0,05
Тромбоциты, тыс./мкл	78,70 ± 0,96	87,80 ± 1,18	83,00 ± 1,82	–	86,9 ± 1,12
Гемоглобин, г/л	72,20 ± 5,12	86,30 ± 7,02	86,9 ± 15,49	–	127,6 ± 22,43
Гематокрит, об. %	32,02 ± 2,06	34,79 ± 3,37	29,28 ± 2,37	–	28,70 ± 2,29
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/час	5,00 ± 1,25	3,70 ± 0,86	4,40 ± 0,78	–	4,22 ± 0,83

1	2			3	
Объем 1 эритроцита (MCV), мкм ³	240,42 ± 13,71	309,79 ± 22,49	277,66 ± 2,37	–	259,93 ± 26,71
Количество гемоглобина в 1 эритроците (MCH), пг	56,37 ± 6,18	75,37 ± 6,63	80,02 ± 14,49	–	126,14 ± 16,89
Концентрация гемоглобина в 1 эритроците (MCHC), г/%	26,40 ± 3,46	25,89 ± 2,53	30,81 ± 6,06	–	52,49 ± 7,59
Начало зимовки					
	Трехлетки	Двухлетки	Сеголетки	Двухлетки	Сеголетки
Общее количество лейкоцитов, тыс./мкл	37,70 ± 1,35	40,20 ± 0,13	34,20 ± 1,53	42,1 ± 0,38	40,20 ± 0,38
Общее количество эритроцитов, млн/мкл	1,350 ± 0,06	1,130 ± 0,04	0,298 ± 0,05	1,399 ± 0,10	0,80 ± 0,08
Тромбоциты, тыс./мкл	61,30 ± 1,24	55,30 ± 1,87	93,60 ± 1,26	53,60 ± 1,61	65,00 ± 2,29
Гемоглобин, г/л	94,40 ± 4,44	84,30 ± 5,41	33,00 ± 2,04	95,4 ± 8,72	51,80 ± 5,24
Гематокрит, об. %	26,71 ± 1,77	24,79 ± 1,02	16,90 ± 2,14	24,79 ± 1,02	7,59 ± 2,24
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ), мм/час	5,70 ± 1,44	3,90 ± 0,84	12,00 ± 0,42	2,50 ± 0,52	10,60 ± 2,56
Объем 1 эритроцита (MCV), мкм ³	194,30 ± 16,28	223,59 ± 14,13	631,59 ± 111,05	186,65 ± 17,09	99,05 ± 26,12
Количество гемоглобина в 1 эритроците (MCH), пг	70,40 ± 4,85	76,10 ± 6,16	146,41 ± 12,83	71,30 ± 8,26	70,55 ± 8,41
Концентрация гемоглобина в 1 эритроците (MCHC), г/%	37,82 ± 3,06	34,11 ± 1,97	34,11 ± 1,97	29,33 ± 4,25	124,07 ± 30,99

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 184 с.
 Лилли Р. Патогистологическая техника и практическая гистохимия. М.: Мир, 1969. 624 с.
 Ромейс Б. Микроскопическая техника. М.: Изд-во иностр. литературы. 1954. 712 с.
 Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб: в 2-х ч. М.; Отд. маркетинга АМБ-агро, 1998. Ч. 1. 310 с.
 Ч. 2. 234 с.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОЗРЕВАНИЯ САМОК ОСЕТРОВЫХ РЫБ

П.П. Гераскин¹, Г.Ф. Металлов², В.А. Григорьев², М.В. Яицкая², А.А. Корчунов^{1,2}

¹Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань

²Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

aqua-group@yandex.ru

Воспроизводство потомства является наиболее важным и сложным этапом в жизненном цикле рыб. У разных видов подготовка к нересту в процессе нагула занимает разный период времени. У одних видов этот период укладывается в годовой цикл, а у таких рыб, как осетровые, растягивается на 3–5 лет. С развитием искусственного воспроизводства ценных видов рыб возникла и необходимость в знаниях по закономерностям функциональных изменений в их организме в процессе нормального созревания гонад. Особо остро встал

этот вопрос в связи с формированием маточных стад у осетровых видов рыб и получением потомства от них в несвойственных для них условиях. Если в естественной среде созревание самок происходит в морской среде, то у искусственных стад – в пресной воде и зачастую на искусственных кормах. Исследования, проведенные нами ранее [Гераскин и др., 1984], показали, что нарушения в процессах созревания ооцитов возникают не только по причине изменений в репродуктивной системе, но и при отклонениях, возникающих в других физиологических системах. При этом важным моментом на конечном этапе созревания самок является степень физиологической подготовленности к восприятию гормонального стимулирования, что является одним из условий, определяющих успех искусственного воспроизводства, а в случае товарного осетроводства – получение товарной икры.

Изучение физиологического состояния производителей осетровых на разных стадиях полового цикла, и в особенности на завершающих его этапах, позволило определить их нормальную динамику и уровень физиологической подготовленности производителей к восприятию гормональных воздействий для завершения процесса созревания гонад.

Начальным этапам созревания, протекающим в море, свойственны подъем уровня обменных процессов и прежде всего белкового и жирового обменов, а также увеличение в крови содержания гемоглобина, обеспечивающего повышение интенсивности этих обменов. Степень роста показателей, характеризующих белковый и жировой обмены, неодинакова. Содержание гемоглобина и фосфолипидов в крови самок севрюги к этому времени могут увеличиться на 40 % по отношению к II стадии зрелости гонад (СЗГ), а концентрация белка и холестерина – примерно на четверть. Уровень в крови β -липопротеидов повышается на 10–20 %. В зависимости от условий, складывающихся в море с кормовой базой во время нагула рыб, содержание белка и β -липопротеидов в крови самок, входящих на нерест в реку, из года в год может меняться.

Функциональное состояние самок IV СЗГ существенно различается в начале и конце нерестового пути, что связано с дозреванием ооцитов. Динамика параметров показателей белкового и жирового обмена в общих чертах сходна, но имеет свои особенности, также как содержание в крови гемоглобина. Это возрастание параметров до максимума и снижение их в конце нерестового пути. Максимальное содержание в крови гемоглобина, β -липопротеидов и фосфолипидов приходится на морской период, белка и холестерина – на определенные этапы речного. Такой неспецифический показатель, как скорость оседания эритроцитов, наоборот, увеличивается вдвое. Причем вначале он практически не отличается от того значения, которое определяется у самок II СЗГ. Параметры остальных показателей уменьшаются к предовуляционному периоду в 1,5–3 раза. Все происходящие изменения в речной период жизни рыб связаны с дозреванием гонад и подготовкой самок к нересту.

Как известно, развитие ооцитов проходит несколько стадий: овогенеза, прото- и трофоплазматического роста, который в свою очередь подразделяется на превителлогенез и вителлогенез [Равен, 1964]. Период вителлогенеза является для самок рыб одним из наиболее важных моментов подготовки к нересту. В этот момент происходит наиболее существенно увеличение массы ооцита за счет накопления желтка. Желток представляет собой достаточно сложный биохимический комплекс из белков, липидов и углеводов: липо-, фосфо- и гликопротеидов, фосфолипидов и триглицеридов, жирных кислот и гликогена и в зависимости от своего состава может быть жидким или кристаллическим [Ando, 1960; Terner, 1979; Selman, Wallace, 1983]. У осетровых рыб он кристаллический [Гинзбург, 1968], основными компонентами, его формирующими, являются фосфитин и липовителлин, предшественники которых – липофосфопроteid и вителлогенин – синтезируются гепатоцитами печени и транспортируются кровью в ооциты [Selman, Wallace, 1982, 1983]. Весь этот процесс в свою очередь контролируется гонадотропинами гипофиза. В это время имеет место увеличение в ооцитах белка в 1,2–1,7 раза при полной сформированности его компонентного состава. Сформированность белкового состава ооцитов наблюдается уже на III СЗГ и остается без изменений до завершающей стадии созревания ооцитов. Однако их соотношение претерпевает определенные изменения. Как выявили наши исследования на севрюге, соотношение между низко-, средне- и высокомолекулярными белками имеет определенный диапазон колебаний. Наибольший удельный вес – от 36 до 56 % в общем содержании белков в ооците – составляет фракция низкомолекулярных белков, состоящая из шести компонентов. На 6–7 компонентов фракции среднемолекулярных белков приходится 30–40 %, а на фракцию высокомолекулярных белков, объединяющую 7–8 компонентов, приходится 15–24 %. При дальнейшем развитии ооцитов от III до IV завершённой стадии относительное количество фракции низкомолекулярных белков постепенно возрастает, достигая 54 %. При этом наблюдается перераспределение удельного веса между шестью компонентами фракции низкомолекулярных белков. Формирование белковой составляющей ооцитов отображается изменениями в белковом составе крови. В сыворотке крови возрастает относительное содержание макроглобулина, β -глобулиновых и γ -глобулиновой фракций, достигая 23 %, 15,4 % и 4,7 % соответственно. Половой компонент, представляющий собой, по всей вероятности, вителлогенин, у самок на III СЗГ достигает в среднем содержания 2,1 г/л, несколько уменьшаясь на IV СЗГ.

В процессе развития ооцитов также наблюдается повышение общих липидов и изменение в соотношении липидных фракций. С повышением их зрелости увеличивается доля общих липидов, составляя к концу созревания ооцитов 30 % от их биохимического состава. При этом доля структурных компонентов липидов повышается при снижении запасных. С достижением IV завершающей стадии зрелости гонад соотношения липидных компонентов оптимизируются. Фосфолипиды и триглицериды к этому времени составляют соответственно 10–20 и 80–90 %.

Весь этот процесс контролируется гонадотропинами гипофиза. Поэтому любое сколько-нибудь существенное внешнее воздействие в период вителлогенеза приводит к сбою формирования биохимического состава ооцитов и соответственно к нарушению воспроизводительной функции.

Оно может проявляться у самок осетровых рыб изменениями в белковом составе ооцитов либо нарушениями в соотношении липидных компонентов, и прежде всего соотношения триглицеридов и фосфолипидов. У русского осетра изменения в белковом составе ооцитов выражаются как появлением в нем дополнительных компонентов, так и изменением соотношений фракций высоко-, средне- и низкомолекулярных белков. У севрюги также отмечаются изменения в соотношении основных фракций, но в отличие от русского осетра ещё и снижение гетерогенности фракции низкомолекулярных белков из-за отсутствия одного из компонентов этой фракции, вследствие чего отмечается уменьшение относительного количества низкомолекулярных белков и повышение среднемолекулярных.

Неполноценными являются также ооциты с низким содержанием липидов – менее 26 % от их биохимического состава, а также при отклонениях от оптимального соотношения в икре фосфолипидов и триглицеридов. В случае превышения структурных липидов над запасными в липидном составе ооцитов отмечается потеря их оплодотворяющей способности, а превышение триацилглицеридов над фосфолипидами вдвое приводит к полному отсутствию овуляции.

Нарушение обмена веществ у созревающих самок также приводит к срыву их репродуктивной функции. Они могут проявляться у самок либо наличием у них признаков физиологического истощения организма уже в начале нерестового пути, либо нарушениями вителлогенеза. В первом случае у самок в крови выявляется низкая концентрация белка и β -липопротеидов и гемоглобина. У таких рыб либо изначально наблюдается резорбция ооцитов, либо она возникает при гормональном стимулировании созревания. Во втором случае отмечается несоответствие удельного веса в сыворотке крови β -липопротеидов, составной частью которых является вителлогенин, или оовителлин [Ипатов, Лукьяненко, 1979], величине общей концентрации белков в крови. В этом случае в икре, как правило, отмечаются изменения в компонентном составе белков и соотношении триглицеридов и фосфолипидов. Икра у таких самок при искусственном воспроизводстве осетровых хотя и овулировала, но не оплодотворялась, либо при оплодотворении небольшого количества икры давала нежизнеспособных личинок, в иных случаях резорбировала. То есть такие самки изначально непригодны к воспроизводству и должны выбраковываться.

В другом случае у самок фиксируются высокие параметры белкового и липидного обменов, соответствующие различным периодам вителлогенеза. Такие самки плохо отвечают на гормональные инъекции из-за неподготовленности на данном этапе физиологических систем самки к восприятию гормонального стимулирования. Они либо не созревают, либо при овуляции ооциты имеют низкий процент оплодотворения, а в дальнейшем имеет место плохая выживаемость полученного потомства.

Таким образом, изучение комплекса физиолого-биохимических параметров крови и биохимического состава ооцитов позволило выявить закономерности изменений в физиолого-биохимическом статусе организма самок осетровых рыб и динамику формирования физиологически полноценной икры, которая даст возможность оценивать нормальный ход функциональных изменений в состоянии самок и развития ооцитов.

Работы выполнены в рамках государственного задания ЮНЦ РАН на 2017 г., тема «Оценка современного состояния, анализ процессов формирования водных биоресурсов южных морей России в условиях антропогенного стресса и разработка научных основ технологии реставрации ихтиофауны, сохранения и восстановления хозяйственно-ценных видов рыб» (№ госрегистрации 01201354245).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гераскин П.П., Металлов Г.Ф., Аксенов В.П. Физиолого-биохимическая характеристика самок севрюги, используемых для искусственного воспроизводства // Осетровое хозяйство водоемов СССР. Астрахань, 1984. С. 81–83.

Гинзбург А.С. Оплодотворение у рыб и проблема полиспермии. М.: Наука, 1968. 395 с.

Ипатов В.В., Лукьяненко В.И. Сывороточные белки рыб: гетерогенность, структура и функции // Успехи современной биологии. 1979. Вып. 1 (4). Т.88. С. 108–124.

Равен Х. Оогенез. М.: Мир, 1964. 306 с.

Ando S. Physiological study on egg formation of the fish. I. Accumulation of carbohydrates and proteins during oogenesis // *Embryologia*. 1960. Vol. 5. № 3. P. 239–246.

Selman K., Wallace R.A., Oocyte R.A. Wallace growth in the sheephead minnow: Uptake of exogenous proteins by vitellogenic oocyte // *Tissue Cell*. 1982. Vol. 14. № 3. P. 555–571.

Selman K., Wallace R.A. Oogenesis in *Fundulus heteroclitus*. III. Vitellogenesis // *J. Exp. Zool.* 1983. Vol. 226. № 3. P. 441–457.

Terner C. Metabolism and energy conversion during early development // *Fish physiology*. N.Y.: Acad. press, 1979. Vol. 8. P. 261–278.

О ПРИЧИНАХ ГИБЕЛИ КАРПА (*Cyprinus carpio*) В ПРУДАХ НА ЮГЕ РОССИИ

А.В. Казарникова¹, Е.В. Шестаковская², А.В. Тришина³, М. Галеотти⁴, М. Манзано⁴

¹Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
kazarnikova@ssc-ras.ru

²Ростовский филиал Центральной производственной станции по акклиматизации и борьбе с болезнями рыб,
г. Ростов-на-Дону
fish_cps@mail.ru

³Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора, г. Ростов-на-Дону
alenatrichina@mail.ru

⁴ Университет Удинэ, Италия
marco.galeotti@uniud.it, marisa.manzano@uniud.it

Yersinia ruckeri – грамотрицательная бактерия, вызывающая септическое заболевание рыб. Факторы, способствующие заражению рыбы и распространению инфекции, – стрессы (хэндлинг и др.), неблагоприятные условия окружающей среды (дефицит кислорода, накопление органических веществ).

С 2010 г. йерсиниоз регистрируют и в Российской Федерации, где он в список карантинных заболеваний не входит [Приказ ... 2011], но наносит ущерб рыбоводным хозяйствам.

Весной 2015 г. в прудах рыбоводного хозяйства, расположенного в нижнем течении р. Дона (Ростовская обл.), произошла вспышка болезни, сопровождавшаяся массовой гибелью карпа (*Cyprinus carpio*), а также гибрида белого и пестрого толстолобиков (*Hypophthalmichthys molitrix* × *H. nobilis*). От тех и других выделили *A. hydrophila*, а от карпа – также *Y. ruckeri*. Ранее на юге России йерсиниоз никогда не регистрировали у карпа.

Целью работы было установить причины, которые привели к гибели рыб во время упомянутой вспышки, изолировать и описать бактерию *Y. ruckeri*, исследовать чувствительность выделенных микроорганизмов к часто применяемым в рыбоводческих хозяйствах антибиотикам.

Гибель производителей карпа, имевших массу тела 0,4–3,7 кг, длину L = 28–58 см и l = 20–49 см, а также гибрида белого и пестрого толстолобиков с соответствующими параметрами 6,2–7,6 кг, 80–88 и 72–75 см началась в середине марта. К началу наших исследований (апрель 2015 г.) погибло 300 экз. рыб. Их содержали в прудах глубиной 1,6 м и площадью 1 га. Плотность популяции рыбы составляла 8 т/га.

Заболевшую рыбу осматривали, уделяя особое внимание повреждениям на поверхности тела. Внутренние органы исследовали на наличие патологических изменений и затем отбирали для бактериологического, гистологического и молекулярно-генетического анализов.

Ихтиопатологическому исследованию подвергли 15 рыб, из них 10 клинически здоровых и 5 с признаками заболевания. Сбор, фиксацию и дальнейшую обработку гельминтов проводили общепринятыми в паразитологии методами [Быховская-Павловская, 1985; Мусселиус ... 1983]. Соскобы с жабр и поверхности тела, а также

внутренние органы и желудочно-кишечный тракт исследовали компрессионным методом под микроскопом. Обнаруженных гельминтов идентифицировали на видовом уровне с помощью «Определителя паразитов пресноводных рыб» [Определитель ... 1984; 1985; 1987].

Для изготовления гистологических препаратов кусочки органов (печень, селезенка, сердце), взятые от 5 рыб, фиксировали в 4 %-ном нейтральном забуференном формалине, помещали в автоматический гистопроцессор TISBE (Diapath, Италия), заливали в парафин ParaplastPlus (Diapath), получали срезы толщиной 5 мкм, которые окрашивали гематоксилином-эозином по Гимзе и Граму. Препараты исследовали под световым микроскопом DMRB (Leica Microsystems, Германия) и фотографировали системой Nikon (Япония).

Анализы воды проводили согласно руководству по химическому анализу поверхностных вод суши [Боева, 2009], ГОСТ 31861-2012 и МУК 4.2.1884-04. В общей сложности для бактериологического анализа взяли пробы от 5 больных рыб и 1 пробу воды. Выделенные изоляты бактерий идентифицировали по культуральным, морфологическим, биохимическим и молекулярно-генетическим свойствам [Хоулт и др., 1997]. Для биохимических исследований применяли ручные системы идентификации микроорганизмов API20 NE, RapID 20 E (bioMeieux, Франция). Для идентификации изолятов также использовали MALDI TOF масс-спектрометрию. Оценку чувствительности выделенных бактерий к антимикробным препаратам осуществляли диско-диффузионным методом. Тест проводили со стандартными дисками с различными антибактериальными субстанциями производства Hi Media (Индия).

Предназначенные для исследования в ПЦР образцы, полученные от 5 карпов, поместили в пробирки с физиологическим раствором и хранили в холодильнике при температуре 4 °С до начала исследования. Образцы ДНК стандартизировали до концентрации 250 нг/мкл, используя стерильную дистиллированную воду, и исследовали в ПЦР. Для амплификации 575 базовых пар использовали 2 специфических для *Y. ruckeri* праймера: YER8F (5'-GCGAGGAGGAAGGGTTAAGTG-3') и YER10 R (5'-GAAGGCACCAAGGCATCTCTG-3') [Gibello et al., 1999].

Результаты гидрохимических исследований указывали на неблагоприятные условия, сложившиеся при выращивании рыбы – высокие перманганатная окисляемость (2,4–2,8 предельно допустимой концентрации (далее ПДК)), концентрация нитритного (1,5–2 ПДК) и нитратного (1,4–1,5 ПДК) азота. Содержание кислорода в придонном слое было в пределах 0,0–2,0 мг/дм³.

Больные рыбы держались у поверхности воды. При клиническом осмотре карпа у 53,3 % рыб обнаружили изменения в жабрах (отечность, анемичность). Их покрывали слизь и водоросли. На основании жаберных лепестков и поверхности тела некоторых рыб обнаружили белый ватообразный налет, образованный грибами порядка *Saprolegniales*. На брюшной стороне тела отмечали точечные кровоизлияния. На поверхности тела 60 % осмотренных производителей карпа выявили плоские эпителиальные новообразования, имевшие мягкую, вязкую консистенцию и гладкую блестящую поверхность. На основании результатов эпизоотологического анализа и клинического исследования диагностировали оспу.

У 100 % осмотренных особей гибрида толстолобика имелись кровоизлияния на кожном покрове, жаберных крышках и основании грудных плавников. У отдельных экземпляров (40 %) регистрировали помутнение хрусталиков глаз.

Патолого-анатомическое вскрытие карпа и гибрида толстолобика не показало отклонения состояния печени и селезенки от нормы. Почки были отечными. В серозной оболочке брюшной полости, плавательном пузыре и заднем отделе кишечника имелись кровоизлияния (в последнем их было особенно много).

У обследованных рыб выявили 4 вида паразитов – моногеней, трематод и моллюсков. Наиболее экстенсивной и интенсивной была инвазия *D. extensus* (100 %; 12–40 экз.) у карпа.

ОМЧ воды в обследованных садках достигало 3×10^5 КОЕ/мл, коли-индекс – 900, коли-титр – 1,11, что позволяет констатировать вторую категорию загрязненности прудов. В результате бактериологического исследования выделили 62 изолята бактерий (30 из воды и 32 из рыб), являвшихся аэромонадами и йерсиниями. Обнаруженные аэромонады относились к 2 видам – *A. salmonicida* и *A. hydrophila*; их титр в воде составлял 1×10^5 КОЕ/мл.

Из паренхиматозных органов карпов и гибридов толстолобика изолировали *A. hydrophila*, а карпы оказались также инфицированными *Y. ruckeri*. Степень обсемененности *A. hydrophila* оценили 5×10^3 КОЕ/г (толстолобик) и 2×10^2 КОЕ/г (карп), а *Y. ruckeri* – 2×10^3 КОЕ/г (карп).

Выделенные штаммы *Y. ruckeri* формировали на мясо-пептонном агаре (МПА) круглые, беловатые, сливающиеся, а на среде Эндо – выпуклые, округлые (диаметром 0,1–0,2 мм) с ровным краем колонии. По Граму не окрашивались. В нативных препаратах проявляли подвижность. Не образовывали оксидазу, индол и сероводород. Сбраживали глюкозу до кислоты без газа. Не ферментировали лактозу, сахарозу, рафинозу, арабинозу, рамнозу, дульцит, сорбит, инозит, салицин. Разжижали желатин. Редуцировали нитраты в нитриты. Декарбоксилировали орнитин и лизин, не имели аргининдегидролазы и фенилаланиндезаминазы, но проявляли сильную липолитическую активность. Результаты бактериологического исследования и MALDI-TOF масс-спектрометрии (2, 238) полностью совпали.

При использовании протокола индикации исследуемого образца праймерами YER8F и YER10R с последующим анализом фрагмента 16S рРНК установили, что исследуемые культуры соответствуют общему генетическому профилю штаммов *Y. ruckeri* под №№ JQ657818.1, CP011078.1, KJ606914.1, CP009539.1, LN681231.1, KM220889.1, KM220888.1 (совпадение 99 %), приведенному в базе данных GenBank.

Результаты оценки чувствительности к антибактериальным препаратам микроорганизмов, выделенных в данном исследовании, показали, что все штаммы *A. hydrophila* и *Y. ruckeri*, выделенные из паренхиматозных органов рыб, оказались чувствительны к ципрофлоксацину, тетрациклину, левомицетину. 90 % изолятов аэромонад и 100 % штаммов йерсиний проявили резистентность к фуразолидону.

При гистологическом исследовании у рыб не выявили патологических изменений. В селезенке обследованных рыб обнаружили скопления лимфоцитов, небольшой плотности в печени всех обследованных карпов – небольшие скопления лейкоцитов вокруг кровеносных сосудов. В сердце подобные скопления локализовались вокруг миофибрилл. В почках не зарегистрировано изменений ни в гемопоэтической, ни в выделительной частях. В исследуемых органах бактерий не обнаружили.

Заболевания являются основной причиной потерь в аквакультуре [Meyer, 1991]. Возрастающие объемы перевозок рыбопосадочного материала повышают риск завоза возбудителей инфекционных и инвазионных болезней рыб как в активном, так и в пассивном состоянии. Локальные сообщества рыб не всегда могут быть к ним устойчивы. Случай, описанный в данной работе, еще раз служит тому подтверждением. Привезенная из Краснодарского края радужная форель, скорее всего, была носителем *Y. ruckeri*. При переходе на карпа, не имеющего к ней иммунитета, бактерии способствовали снижению резистентности организма рыб к неблагоприятным факторам окружающей среды и при комплексном воздействии с другими паразитическими организмами приводили к последующей гибели рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: Руководство по изучению. М.: Наука, 1985. 121 с.
- ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-31861-2012>
- Лабораторный практикум по болезням рыб / под ред. В.А. Мусселиуса. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 296 с.
- МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/45/45900/
- Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита и др. М.: Мир, 1997. Т. 1–2.
- Определитель паразитов пресноводных рыб / под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука, 1984, 1985, 1987. Т. 1–3.
- Приказ от 19 декабря 2011 г. № 476. «Об утверждении перечня заразных, в том числе особо опасных болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин)». URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps/laws/2964.html>.
- Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. Л.В. Боевой. Ростов-на-Дону: НОК, 2009. Ч. 1. 1046 с.
- Gibello A., Blanco M.M., Moreno M.A. et al. Development of a PCR Assay for the Detection of *Yersinia ruckeri* in Tissue of inoculated and naturally infected Trout // Applied Environmental Microbiology. 1999. P. 346–50.
- Meyer F.P. Aquaculture diseases and health management // Journal of Animal Science. 1991. 69: 4201–4208.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИХТИПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ФОРЕЛЕВЫХ ХОЗЯЙСТВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Карасева, Л.Н. Голикова, А.С. Прищеп

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства
и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Мурманск
karaseva@pinro.ru

В последние годы в Мурманской области происходит интенсивное развитие аквакультуры, базирующейся на товарном выращивании форели. Опыт зарубежных стран показывает, что с увеличением объемов выращиваемой рыбы экономические убытки от высокой заболеваемости рыб будут возрастать. В связи с этим исследования, направленные на охрану здоровья гидробионтов и благополучия рыбоводных хозяйств, являются своевременными и актуальными.

Диагностические исследования культивируемой форели проводились ФГБНУ «ПИНРО» в 1990–1998 гг. Было установлено, что в эти годы основную проблему представляли алиментарные болезни, которые возникали у форели при использовании некачественных кормов [Карасева, 2000; Карасева и др., 1995]. Наиболее серьезным бактериальным заболеванием являлся стрептококкоз, но при товарном выращивании заболеваемость форели не превышала 1 % [Карасева, 2001; Карасева и др., 1992].

Основной задачей ихтиопатологического мониторинга, результаты которого представлены в данной работе, являлась оценка санитарно-эпизоотической ситуации в форелевых хозяйствах, размещенных в губе Молочная оз. Имандра, на акватории сброса подогретых вод Кольской АЭС и в губе Палкина Кандалакшского залива Белого моря.

Исследования выполнялись в 2015–2016 гг. Материалом для исследования служили преимущественно годовики и двухгодовики радужной форели, пресная и морская вода на акваториях размещения рыбоводных садков и гранулированные корма.

В соответствии с производственным циклом рыбоводных предприятий, сбор проб в губе Молочная оз. Имандра проводился ежегодно в марте – апреле и октябре – ноябре, в губе Палкина Белого моря – в июне – октябре. Пробы воды и кормов изучались по количественным санитарно-микробиологическим показателям. Определяли общую микробную обсемененность, индексы (наиболее вероятное число) потенциально опасных для рыб микроорганизмов [Калина, Графова, 1980]. Оценивались клинические признаки и патология внутренних органов форели, асептически выполнялись посевы на питательные среды, отбирались образцы тканей для гистологического исследования. Рыба тестировалась на такие заболевания, как фурункулез, йерсиниоз, вибриоз и грибные инфекции. В исследовании применялись стандартные методы ихтиопатологии, микробиологии и гистопатологии [Билай, 1980; Лабораторный практикум, 1983; Noga, 2010].

Результаты изучения воды хозяйств по санитарно-микробиологическим критериям показали, что в течение всего периода наблюдений ее общая микробная обсемененность в разные сезоны колебалась от 200 до 2100 КОЕ/мл в губе Молочная и от 115 до 1087 КОЕ/мл в губе Палкина. В течение всего периода наблюдений на рыбоводных акваториях преобладали процессы естественного самоочищения воды, признаки бактериального загрязнения не обнаружены. Коли-индекс был менее 3, лактозоположительные бактерии, энтерококки и плесневые грибы в воде хозяйств не обнаружены.

Вместе с тем в местах установки садков на фоне благополучного состояния вод индекс аэромонад (наиболее вероятное число микроорганизмов) был повышенным и достигал 240. В губе Палкина только осенью с началом выхоложивания водной среды происходила смена доминирующих видов микроорганизмов – аэромонад на псевдомонады, которые толерантны к низким температурам и высокой солености.

Предполагается, что аэромонады (*A. hydrophila*) не являются аборигенными микроорганизмами для Белого моря. Скорее всего, их заносит в губу Палкина с посадочным материалом форели из выростных пресноводных хозяйств. Однако в процессе выращивания рыбы происходило усиление вирулентных свойств бактерий. Аэромонады часто выделялись из внутренних органов форели, выращиваемой как в губе Молочная (температура воды 8–14,5 °С), так и в губе Палкина Белого моря (температура 12–20 °С, соленость 18–20). В отличие от штаммов, выделенных из воды, аэромонады, изолированные из рыб, обладали гемолитическими, протеолитическими и ферментативными свойствами, а также ДНК-активностью, что делало их опасными для культивируемой радужной форели, приводя к возникновению бактериальной септицемии. При этом у рыб наблюдались

признаки неспецифического воспаления: экзофтальмия, анемия жабр, покраснение оснований плавников, гиперемия печени и кишечника.

Следует подчеркнуть, что посадочный материал форели, как правило, завозится в морские садки из выростных хозяйств Республики Карелия и Мурманской области. В результате исследований, выполненных в периоды завоза и адаптации молоди, установлено, что в среднем у 67 % рыб был некроз плавников, у 57 % рыб – светлая песочного или серого цвета печень с геморрагиями, а у 83 % – отек почек. Эти данные свидетельствуют о том, что посадочный материал форели изначально был инфицирован условно-патогенной микрофлорой.

В результате мониторинга установлено, что в настоящее время в Белом море наиболее серьезную проблему представляет вибриоз, возбудителем которого является бактерия *Listonella (Vibrio) anguillarum*. Вибрионы в большом количестве выделялись из глаз, подкожных фурункулов и внутренних органов. Вспышки болезни начинались при температурах воды, превышающих 10 °С, и длились до реализации рыбы в октябре.

К основным симптомам вибриоза относятся темная окраска тела, анемия жабр, односторонняя экзофтальмия, разрастание и изъязвление конъюнктивы пораженного глаза, очаговое ерошение чешуи, фурункулы и язвы, кровянистый экссудат в брюшной полости, анемия и гиперемия внутренних органов, отек почек. Клиническая картина, а также результаты гистологического исследования свидетельствуют о преобладании при вибриозе экссудативно-геморрагического воспаления с многочисленными сосудистыми нарушениями. Больная рыба не питается. Смертность форели в разные годы и в садках с разным посадочным материалом колебалась от 5 до 20 %.

Все исследованные вибрионы *L. anguillarum* обладали однотипными морфологическими и биохимическими свойствами. Они вызывали β-гемолиз эритроцитов на кровяном агаре с зоной полного просветления среды, обладали протеолитической активностью, восстанавливали нитраты до нитритов, проявляли чувствительность к вибриостатическому агенту 0/129.

В рыбоводном хозяйстве пытаются бороться с вибриозом при помощи антибиотиков, пробиотических препаратов и биологических добавок. Но при вспышке болезни эти меры малоэффективны, рыбу необходимо вакцинировать. Вместе с тем в нашей стране противовибриозная вакцина не разработана. Рыбоводные организации готовы приобретать зарубежные поливакцины, но на сегодняшний день они не сертифицированы.

Известно, что к числу факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье культивируемой форели, относится зараженность кормов плесневыми грибами, которые вызывают у лососевых микозы и микотоксикозы [Боговский, 1983; Факторович, 1984; Тихонова др., 1987; Жуленко и др., 2002].

В связи с этим научный и практический интерес представляют результаты изучения санитарно-микробиологических показателей импортных кормов, которые используются в форелевых хозяйствах Мурманской области.

В результате исследования 15 проб гранулированного корма во всех образцах были обнаружены дрожжеподобные грибы *Candida* spp. и мицелиальные грибы, которые принято относить к экологической группе «плесневые грибы». Из кормов были выделены токсинообразующие аспергиллы (*Aspergillus fumigatus*, *A. flavipes*, *A. flavus*) *Penicillium* spp., *Mucor* sp. В зависимости от марки корма их количество в среднем составляло $8,5 \times 10^2 - 3,0 \times 10^3$ КОЕ/г (табл. 1).

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРЕЛЕВЫХ КОРМОВ В 2015–2016 гг.

Марка корма	Кол-во проб	Количество грибов, КОЕ/г		Видовой состав грибов
		мин.–макс.	среднее	
Skretting	6	$1,1 \times 10^3 - 8,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	<i>Penicillium</i> spp., <i>Mucor</i> spp., <i>Candida</i> spp.
Raisio	5	$2,0 \times 10^2 - 5,0 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	<i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Penicillium</i> spp., <i>Mucor</i> spp., <i>Candida</i> spp.
BioMar	4	$2,7 \times 10^2 - 2,6 \times 10^3$	$8,5 \times 10^2$	<i>Aspergillus flavipes</i> , <i>Aspergillus</i> spp., <i>Candida</i> spp.

Вследствие использования кормов, зараженных грибами, в 2016 г. у радужной форели (масса тела 600–1300 г), выращиваемой в губе Молочная оз. Имандра, был установлен кандидоз, вызванный *Candida albicans*. Болезнь протекала в тяжелой генерализованной форме. Клетки и псевдомицелий *C. albicans* были обнаружены в асептически изготовленных мазках-отпечатках всех внутренних органов, в крови, а также выделены на средах. Впервые наблюдалось тотальное поражение дрожжеподобными грибами эпителия кожного покрова у форели. Основными признаками болезни являлись крупные слизистые пятна и налет чисто белого цвета, которые отмечались у 60 % проанализированной форели.

Таким образом, результаты ихтиопатологического мониторинга показали, что в исследованных форелевых хозяйствах, которые выращивают товарную рыбу на основе отечественного посадочного материала, опасные болезни, зарегистрированные в соседних скандинавских странах, не встречаются. Основные инфекции у форели вызывали бактерии *A. hydrophila* и *L. anguillarum*, которые являются распространенными обитателями пресной и морской водной среды [Ларцева, 2010].

Проблема качества гранулированных кормов сопровождает рыбоводство в течение многих десятилетий. Продукты обмена плесневых грибов обладают токсичными и канцерогенными свойствами. Они вызывают у форели ослабление иммунитета, липоидную дегенерацию и токсическую дистрофию печени, увеличивая восприимчивость к условно-патогенной микрофлоре. Снижения риска заболеваемости выращиваемых рыб, по-видимому, можно достигнуть путем нормирования и мониторинга качества закупаемых кормов, а также соблюдения сроков и правил их хранения в рыбоводных хозяйствах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Билай В.И. Основы общей микологии. Киев: Вища школа, 1980. 360 с.
- Боговский С.П. Опухоли печени у радужной форели // Опухоли прудовых и дикоживущих рыб – причины и меры борьбы: тез. докл. симп. Таллин, 1983. С. 40–43.
- Жуленко В.Н., Рабинович В.Н., Таланов Г.А. Ветеринарная токсикология. М.: Колос, 2002. 382 с.
- Калина Г.П., Графова Т.И. Методы исследования объектов окружающей среды и патогенного материала на аэромонады: методические рекомендации. М., 1980. 11 с.
- Карасева Т.А. Санитарно-эпизоотическая ситуация в садковых форелевых хозяйствах Белого моря // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре: тез. науч.-практ. конф. М: Россельхозакадемия, 2000. С. 71–72.
- Карасева Т.А. Стрептококкоз лососевых рыб. Аналитическая и реферативная информация // Рыбное хозяйство. Сер.: Болезни гидробионтов в аквакультуре. Вып. 1. М., 2001. С. 10–21.
- Карасева Т.А., Альтов А.В., Донецков В.В. Проблема алиментарных заболеваний при выращивании лососевых рыб в Мурманской области // Проблемы товарного выращивания лососевых рыб России: сб. докл. Всерос. совещ. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1995. С. 57–62.
- Карасева Т.А., Сердюк А.В., Логинова Г. Стрептококковая инфекция на лососевых хозяйствах Европейского Севера // Проблемы паразитологии и болезней рыб в современных индустриальных рыбоводных хозяйствах: сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 311. СПб., 1992. С. 120–124.
- Лабораторный практикум по болезням рыб / под ред. В.А. Мусселиус. М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1983. 290 с.
- Ларцева Л.В. Природная очаговость аэромоназов и вибриозов // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий: материалы науч.-практ. конференции. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2010. С. 123–126.
- Тихонова Л.С. и др. Влияние дрожжеподобных грибов на организм рыб // Ветеринария. 1987. № 10. С. 31–32.
- Факторович К.А. Алиментарные заболевания рыб // Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. М.: Наука, 1984. С. 144–159.
- Noga E.J. Fish disease: diagnosis and treatment. Second Edition. WILEY-BLACKWELL. A John Wiley & Sons, Inc., Publication. 2010. 519 p.

ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ОСЕТРОВЫХ РЫБ

А.В. Ковалева, Г.Ф. Металлов

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
anhramova@yandex.ru

Под воздействием химического загрязнения акваторий южных морей Российской Федерации постепенно ухудшалось физиологическое состояние осетровых рыб, что в свою очередь могло приводить к нарушению эволюционно обусловленного баланса между ихтио- и паразитофауной [Бауер, Лопухина, 1974; Металлов и др., 2016]. Особенно это касается молодых рыб, которые, обладая более высоким уровнем метаболизма, менее устойчивы к изменениям факторов среды. В связи с этим создаются условия для снижения иммунного статуса рыб и возникновения паразитарных заболеваний [Юнчис, 1980].

Показано, что у современных осетровых рыб под влиянием длительного кумулятивного токсикоза заметно снизилась концентрация транспортируемых кровью важнейших биохимических субстратов: сывороточного белка, беталипопротеидов, общих липидов, холестерина, гликогена и гемоглобина, играющих существенную роль в метаболизме животных. В свою очередь токсикоз влияет не только на динамику физиологических показателей, но и на весь цикл трансформации энергии в организме рыб, что ведет к снижению их устойчивости к заболеваниям [Металлов и др., 2016].

В самый сложный для жизни рыб нерестовый период помимо воздействия токсических веществ они испытывают влияние значительного количества других стресс-факторов, которые также ослабляют их иммунный статус [Силкин, 1990; Гераскин, 2013].

Помимо воздействия большого количества стресс-факторов существенное влияние на результаты рыбоводных работ оказывает возраст производителей. На фоне катастрофического снижения общего промыслового запаса осетровых рыб в южных морях России произошло заметное омоложение стада мигрирующих на нерест производителей. Наиболее проблемным объектом для естественного и искусственного воспроизводства осетровых рыб в конце XX века стала севрюга [Лукияненко, Кулик 1994; Металлов и др., 1997; Ходоревская и др., 2007].

Значительная неоднородность биохимического статуса самок севрюги, используемых для рыбоводных целей, определялась высоким уровнем физиологического разнообразия рыб, поступающих на рыбоводные заводы Нижней Волги. Рыбы с резорбцией половых продуктов и истощенные имели низкий уровень белка в крови, β -липопротеидов, холестерина, гемоглобина и достаточно высокий уровень СОЭ. Чаще такие самки встречались среди молодых, впервые нерестующих особей, физиологическое состояние которых не могло обеспечить высокую степень их естественного иммунитета [Лукияненко, Кулик 1994; Металлов и др., 1997; Гераскин, 2013].

Исследовалась сыворотка крови самок севрюги, выловленных в весенний период на рыболовецком участке в низовьях дельты Волги, и от рыб, использованных для рыбоводных целей на Бертюльском и Лебяжьем осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ) после выдерживания в бассейнах. Кровь у самок, использованных в рыбоводном процессе, брали после гипофизарной инъекции.

Физиологическое состояние севрюги оценивали по следующим биохимическим показателям крови: концентрации гемоглобина, общего сывороточного белка, β -липопротеидов, холестерина и СОЭ. Сывороточный белок, характеризующий интенсивность белкового обмена, измеряли на рефрактометре ИРФ-22. Уровень β -липопротеидов, отражающий наравне с белком активность метаболизма, наличие или отсутствие в ооцитах разрушительных процессов, определяли по методу Бурштейна, гемоглобин определяли на гемометре ГФ-3, СОЭ – методом Т.П. Панченкова [Методы ... 1988]. Холестерин входит в состав клеточных мембран и является предшественником гормонов. Определение холестерина проводили с помощью ферментных тест-систем [Fishbach et al., 2004]. Суммарный уровень бактериальной обсемененности рыб проводили по общепринятым в ихтиопатологии методам [Лаборат. практ. ... 1983].

Исследование физиологических показателей крови у созревших после гипофизарной инъекции самок севрюги, использованных для рыбоводных целей на Бертюльском осетровом рыбоводном заводе, выявило 2 группы рыб с различным биохимическим статусом. Показатели у первой группы самок (№ 1 и 2) были в норме (табл. 1). У второй группы самок (№ 3; 4; 5) уровень сывороточного белка, β -липопротеидов, холестерина и гемо-

глубина в крови был ниже в 1,5; 1,7 и 1,2 раза соответственно, в сравнении с первой группой самок. Высокий уровень СОЭ как у первой, так и у второй группы рыб – вполне ожидаемая реакция организма рыб в связи с кардинальной перестройкой обменных процессов, в том числе водно-солевого обмена в период активного созревания половых продуктов.

Таблица 1

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ
У САМОК СЕВРЮГИ НА БЕРТЮЛЬСКОМ ОРЗ**

Группы и № рыб	Масса, кг	Стадия зрелости гонад	Общий белок, г/л	Беталипопротеиды, г/л	Холестерин, г/л	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/час	Бактериальная обсеменённость, КоЕ/г
I – 1;2	9,8	♀IV	25,0	8,25	1,55	62	6,0	0,85×10 ³
II – 3;4;5	10,5	♀IV	16,0	1,91	0,91	50	6,7	2,5×10 ³

Икра этих рыб овулировала, однако трудно предсказать положительный рыболовный эффект в связи с низким уровнем важнейших биохимических субстратов, транспортируемых кровью в развивающиеся ооциты. Согласно таблице 1, такие рыбы имели в 3 раза более высокую бактериальную обсеменённость. Принято считать, что чем выше общая микробная обсеменённость объекта, тем больше вероятность присутствия в них патогенных бактерий [Азаров, 2007].

Анализ физиологического статуса самок севрюги, созревших после гипофизарной инъекции на Лебяжьем ОРЗ, также выявил физиологически разнородные группы рыб (табл. 2). Самка № 5 кардинально отличалась от второй группы рыб по уровню сывороточного белка, β-липопротеидов и холестерина соответственно в 1,8; 2,5 и 2,3 раза. Концентрация гемоглобина была равноценна у обеих групп рыб и не выходила за пределы нормальных значений. Уровень СОЭ как у самки № 5, так и у второй группы рыб соответствовал периоду активного созревания половых продуктов.

Таблица 2

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У САМОК СЕВРЮГИ
НА ЛЕБЯЖЬЕМ ОСЕТРОВОМ РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ**

Группы и № рыб	Масса, кг	Стадия зрелости гонад	Общий белок, г/л	Беталипопротеиды, г/л	Холестерин, г/л	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/час	Бактериальная обсеменённость, КоЕ/г
I – 5	8,3	♀IV	41,5	18,45	3,33	50	4,0	1,45×10 ³
II – 2;3;4	9,7	♀IV	22,5	7,45	1,48	52	4,0	1,13×10 ⁴

У группы самок севрюги с пониженным уровнем концентрации биохимических компонентов в крови выявлено превышение общей бактериальной обсеменённости в 8 раз (табл. 2).

Если сравнивать группы рыб примерно одного физиологического состояния на Бертюльском и Лебяжьем осетровых рыболовных заводах, то видно, что уровень бактериальной обсеменённости на Лебяжьем ОРЗ был значительно выше (табл. 3).

Таблица 3

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС И УРОВЕНЬ ОБЩЕЙ ОБСЕМЕНЕННОСТИ САМОК СЕВРЮГИ
НА БЕРТЮЛЬСКОМ И ЛЕБЯЖЬЕМ ОСЕТРОВЫХ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ**

Рыбоводные заводы	Общий белок, г/л	Беталипопротеиды, г/л	Холестерин, г/л	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/час	Бактериальная обсеменённость, КоЕ/г
Бертюльский	25,0	8,25	1,55	62	6,0	0,85×10 ³
Лебяжий	22,5	7,45	1,48	52	4,0	1,13×10 ⁴

Повышенный уровень общей бактериальной обсеменённости самок севрюги на Лебяжьем ОРЗ свидетельствует о том, что условия содержания рыб на этом заводе были далеки от необходимой нормы.

Исследование самок севрюги, выловленных весной в низовьях реки Волги и использованных для рыбодных целей, показало, что у рыб, имеющих примерно одинаковый физиологический статус, уровень общей обсемененности рыб на рыбоводном заводе был значительно выше (табл. 4).

Таблица 4

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМОК СЕВРЮГИ,
ВЫЛОВЛЕННЫХ ВЕСНОЙ В НИЗОВЬЯХ ВОЛГИ И ИСПОЛЬЗОВАННЫХ НА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ**

Место взятия проб	Общий белок, г/л	Беталипопротеиды, г/л	Холестерин, г/л	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/час	Бактериальная обсеменённость, КоЕ/г
Дельта реки Волги	33,0	7,55	1,66	73	3,0	2,8×10 ²
Рыбоводные заводы	22,8	7,75	1,51	53	5,4	4,9×10 ³

Сравнительный анализ физиологического состояния самок и самцов севрюги, выловленных весной в низовьях реки Волги, показал, что самки в период нерестового хода, имеющие примерно одинаковый физиологический статус, имели более высокий уровень общей обсемененности (табл. 5).

Таблица 5

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМОК И САМЦОВ СЕВРЮГИ,
ВЫЛОВЛЕННЫХ ВЕСНОЙ В НИЗОВЬЯХ ВОЛГИ**

Пол	Общий белок, г/л	Беталипопротеиды, г/л	Холестерин, г/л	Гемоглобин, г/л	СОЭ, мм/час	Бактериальная обсеменённость, КоЕ/г
Самки	33,0	7,55	1,66	73	3,0	2,8×10 ²
Самцы	32,2	6,60	2,65	78	3,3	1,2×10 ²

Таким образом, общая бактериальная обсемененность, которая в определенной степени может влиять на результаты рыбодных работ, зависит как от исходного физиологического состояния производителей осетровых рыб, так и от условий их содержания на рыбоводных заводах. Самки севрюги с низким уровнем важнейших биохимических субстратов, транспортируемых кровью в развивающиеся ооциты, имели повышенный уровень общей бактериальной обсемененности. Длительная иммобилизация самок севрюги в неадекватных условиях культивирования может снижать уровень иммунитета, стимулируя процесс бактериального инфицирования. Следует признать, что в естественных условиях обитания рыбы более устойчивы к инфицированию, чем в условиях рыбодного завода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Азаров В.Н. Основы микробиологии и санитарии. Москва: Экономика, 1986. 207 с.
- Баур О.Н., Лопухина А.М. Методика изучения влияния паразитов на продуктивность рыб в пределах ареала. Вильнюс: Изд-во «Минтис», 1974. Ч. 1. С. 132–140.
- Гераскин П.П. Реакции организма каспийских осетровых (*Acipenseridae*) на загрязнение среды обитания: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Астрахань, 2013. 32 с.
- Лабораторный практикум по болезням рыб / под ред. проф. В.А. Мусселиус // М: Лёгк. и пищ. пром-ть, 1983. С. 201–204.
- Лукияненко В.И., Кулик П.В. Физиолого-биохимическая и рыбодная характеристика разновозрастных производителей Волго-Каспийских осетровых рыб. Рыбинск, 1994. С. 276.
- Металлов Г.Ф., Гераскин П.П., Аксенов В.П. Физиолого-биохимические аспекты оценки рыбодного «качества» самок севрюги *Acipenser stellatus* (Pall.) // Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура. Информационный пакет. М., 1997. Вып. 7. С. 4–14.

Металлов Г.Ф., Гераскин П.П., Аксенов В.П., Левина О.А. Многолетний мониторинг физиологического состояния основных видов каспийских осетровых рыб // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хоз-во. 2016, № 1 (март). С. 88–98. Методы исследования в профпатологии. М: Медицина, 1988. С. 98.

Силкин Н.Ф. Концентрация циркулирующих иммунных комплексов в сыворотке крови осетра, белуги и севрюги во время нерестовой миграции из Каспийского моря в реку Волга // Второй симпозиум по экологической биохимии рыб: тезисы докладов. Ярославль, 1990. С. 225–227.

Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 242 с.

Юнчис О.Н. Формирование паразитофауны плотвы, уклей и язя оз. Врево в первый год жизни. СПб.: Изд-во ГосНИОРХ, 1980. С. 26–74.

Fishbach F., Dunning M. A manual of laboratory diagnostic tests // 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2004. 1291 p.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ПОТОМСТВА РУССКОГО ОСЕТРА И ЕГО ГИБРИДНЫХ ФОРМ С СИБИРСКИМ ВИДОМ

А.А. Кокоза, Ю.В. Алымов, А.Б. Ахмеджанова, З. Мибуро

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
aliyaakhmed88@gmail.com

На фоне сокращающихся запасов популяций осетровых рыб в водоемах Юга России, в том числе и в бассейне Каспия, в качестве альтернативного направления для получения мясной продукции и пищевой икры в последние годы на Нижней Волге достаточно интенсивное развитие получило товарное выращивание осетровых рыб в садковых комплексах, в прудах разной площади. В связи с подрывом естественных запасов этих видов рыб встала проблема обеспечения товарных хозяйств собственными производителями, необходимыми для получения потомства.

Для решения данной проблемы на этих хозяйствах в качестве основного варианта для выращивания зрелых производителей чистых видов и гибридных форм используется принцип «от икры до икры», который в практике освоен достаточно успешно. Однако формирование продукционных стад и товарной продукции на действующих хозяйствах ведется стихийно, зачастую без учета биопродуктивности, сроков созревания объектов аквакультуры, отношения к факторам водной среды и др. Поэтому рентабельность рыбоводных мероприятий не всегда достигает максимальных показателей. В связи с этим нами выполнена оценка некоторых рыбоводно-биологических и репродуктивных показателей на примере русского осетра и его гибридных форм с сибирским видом. Исследования выполнены на товарном хозяйстве ООО ПК «Акватрейд», расположенном на реке Бушма в волжской дельте, где было выращено стадо производителей русского осетра и гибридные формы русского на сибирского (ленского) и сибирского (ленского) на русского (РО × СО и СО × РО). В соответствии с нормами кормления, на фоне годовой динамики термического режима водной среды основная масса самок русского осетра достигла половой зрелости в 12 лет, а гибридные формы – в 9 лет. С учетом норм кормления этих рыб использовали стартовые и продукционные комбикорма, преимущественно марки Aquarex отечественного производства и импортных аналогов Coppens SteCo SUPREME и Aller aqua futura. Как следует из полученных данных, самки русского осетра по массе на этапе первого созревания превосходили самок гибридов.

В таблице 1 сведены показатели массы самок осетра и гибридов, а также масса икры из расчета на одну самку и количество икринок в 1 г.

Таблица 1

**РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМОК РУССКОГО ОСЕТРА
И ГИБРИДНЫХ ФОРМ С СИБИРСКИМ ВИДОМ НА СТАДИИ ПЕРВОГО СОЗРЕВАНИЯ**

Статистические показатели	Масса самок, кг	Масса икры из расчета на одну самку, кг	Кол-во икринок в 1 г, шт.
Русский осетр (PO) (n = 15):			
M±m	11,8 ± 0,3	2,4 ± 0,1	48,4 ± 1,6
σ	1,0	0,3	6,1
CV %	8,8	12,3	12,6
Гибрид русского с сибирским (ленским) осетром (PO × CO) (n = 6):			
M±m	7,9 ± 0,4	1,5 ± 0,07	63,9 ± 1,9
σ	1,5	0,3	7,6
CV %	19,2	19,2	12,02
Гибрид сибирского (ленского) с русским осетром (CO × PO) (n = 15):			
M±m	8,4 ± 0,3	1,7 ± 0,08	61,8 ± 1,6
σ	1,1	0,3	6,3
CV%	12,6	18,5	10,2

Так, в сравнении с гибридом (PO × CO) эта разница оказалась в среднем ниже на 3,9 кг, а с гибридом CO × PO – на 3,4 кг. Такие различия наблюдались и по некоторым репродуктивным показателям у самок осетра и его гибридов с сибирским видом. Так, масса овулировавшей икры из расчета на одну самку осетра в среднем составила 2,4 ± 0,1 кг, что выше на 0,9 и на 0,7 кг соответственно. Однако количество икринок в одном грамме, напротив, у гибридов оказалось выше примерно в 1,3 и 1,2 раза, чем у русского осетра.

В таблице 2 сведены морфологические и репродуктивные показатели русского осетра и его гибридов с сибирским (ленским) видом.

Таблица 2

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РУССКОГО ОСЕТРА
И ЕГО ГИБРИДНЫХ ФОРМ С СИБИРСКИМ ВИДОМ**

Наименование объектов исследований	Масса неоплодотворенной икры, мг	Масса личинок на этапе смешанного питания	Масса сеголеток, г
Русский осетр	16,0 ± 0,2	33,8 ± 0,3	71,9 ± 2,0
Гибрид русского осетра с сибирским видом	15,0 ± 0,01	28,7 ± 0,01	113,8 ± 3,1
Гибрид сибирского осетра с русским видом	15,5 ± 0,01	29,4 ± 0,03	72,8 ± 3,6
Уровень значимости: (PO × CO)	p<0,05	p<0,05	p<0,05
Уровень значимости: (CO × PO)	p<0,05	p<0,05	p>0,05

Как оказалось, масса неоплодотворенной икры и личинок на этапе экзогенного питания достоверно меньше у гибридных форм. В то же время масса выращенных сеголеток превалировала у гибрида русского и сибирского (ленского) осетров в сравнении с русским осетром и гибридом сибирского осетра с русским видом. При этом следует отметить, что зимовка молоди русского осетра прошла неудовлетворительно. В возрасте 1+ года к осени выжило не более 15 %, в то время как у гибридных форм этот показатель доходил до 92–93 %.

Наряду с морфологическими показателями исследовали физиологический статус выращенной молоди русского осетра и гибридных форм с сибирским (ленским) видом (табл. 3).

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕГОЛЕТОК РУССКОГО ОСЕТРА
И ГИБРИДНЫХ ФОРМ НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОМ ЭТАПЕ ВЫРАЩИВАНИЯ**

Стат. показатели	Масса рыб, г	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Общие липиды, г/л	СОЭ, мм/час
Сеголетки русского осетра (РО)					
M±m	73,9 ± 2,0	43,5 ± 2,0	28,2 ± 1,2	2,9 ± 0,3	3,1 ± 0,3
σ	18,8	7,1	4,3	1,2	1,1
CV%	22,3	16,3	15,2	39,8	34,9
Сеголетки сибирского (ленского) с русским осетрами (ЛО×РО)					
M±m	74,8 ± 3,6	67,3 ± 3,2	24,6 ± 1,2	2,9 ± 0,4	2,7 ± 0,2
σ	26,1	10,9	4,1	1,2	0,8
CV%	23,5	16,3	16,6	26,7	28,8
Сеголетки русского с сибирским (ленским) осетрами (РО×ЛО)					
M±m	113,8 ± 3,1	48,2 ± 1,3	33,2 ± 0,7	6,0 ± 0,2	1,8 ± 0,2
σ	13,8	8,1	2,9	0,6	0,7
CV%	12,2	16,8	8,7	10,1	37,0

Исследуя полученные данные, в целом можно судить о нормальном физиологическом состоянии выращенной молоди русского осетра и гибридных форм с сибирским видом. В то же время у гибрида русского на ленского осетров накопление общего сывороточного белка и липидов в крови к осени оказалось заметно выше, что предполагает более благоприятную предстоящую зимовку данного гибрида в сравнении с сеголетками русского осетра и гибридом сибирского осетра с русским видом.

**ИЗУЧЕНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП РЕЧНОГО ОКУНЯ (*Perca fluviatilis*)
В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Нгуен Тхи Хонг Ван, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых, Б.У. Дорджиев

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
Hongvannguyen@mail.ru

В настоящее время большое внимание уделяется источникам диетических продуктов, в том числе и некоторым видам окуневых рыб, а именно речному окуню. Представители данного вида не только имеют большое промысловое значение, но и являются объектом рыборазведения во многих странах, таких как Австралия, Чешская республика, Нидерланды, Тунис, Украина и другие. В ходе выращивания с целью оценки физиологического состояния рыб необходимо проводить гематологические анализы. Определение оптимальных значений параметров крови для каждого вида является важным критерием при выявлении заболеваний и характеристики среды культивирования [Blaxhall, Daisley, 1973]. Исходя из этого и учитывая возрастающую роль окуня

в современной аквакультуре, нами были проведены исследования гематологических показателей речного окуня разного возраста.

Объектом исследования служили годовики, двухгодовики и трехгодовики речного окуня (*Perca fluviatilis*). Рыб выращивали в бассейне с проточной системой водообмена. Кормление осуществляли ежедневно по суточным нормам кормами, предназначенными для окунеобразных. Исследуемые особи окуня не имели видимых внешних повреждений и проявлений каких-либо заболеваний. Кровь для исследования была взята из хвостовой вены прижизненным способом [Иванова, 1983]. Основные показатели крови рыб, такие как гемоглобин, общий белок, холестерин и скорость оседания эритроцитов (СОЭ) были определены с помощью фотоэлектроколориметра. Гидрохимические показатели измерялись по общепринятым методам [Петин, Лебедева и др., 2006]. Результаты исследования были обработаны статистически и рассчитана достоверность различий по t-критерию Стьюдента.

Гидрохимические показатели в бассейне соответствовали нормам [Пономарев и Иванов, 2009], за исключением нитратного азота, который составлял 3 мг/л. Другие азотные соединения – нитритный и аммонийный азот – составили 0,02 мг/л и 0,25 мг/л соответственно. Значение активной реакции воды рН составило 7,5. Рыбоводно-биологические параметры трех возрастных групп окуня представлены в таблице 1.

Таблица 1

**РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЧНОГО ОКУНЯ
РАЗНЫХ ВОЗРАСТОВ**

Возрастная группа	Масса (г)	Длина абсолютная (см)	Длина до хвостового плавника (см)	Упитанность по Фультону
Годовики	51,57 ± 3,90 ^a	15,60 ± 0,24 ^b	13,50 ± 0,29 ^b	2,08 ± 0,11
Двухгодовики	66,44 ± 4,35 ^a	17,29 ± 0,31 ^b	14,62 ± 0,26 ^b	2,14 ± 0,15
Трехгодовики	128,6 ± 14,30 ^a	20,84 ± 0,87 ^b	18,00 ± 0,82 ^b	2,21 ± 0,19

Примечание: ^a – различия достоверны при $p < 0,05$; ^b – различия достоверны при $p < 0,01$.

Особи окуня разных групп различались по средней массе и длине (различия достоверны при $p < 0,05$ и $p < 0,01$). Коэффициент упитанности по Фультону повышался с возрастом, однако различия по данному показателю были недостоверны ($p > 0,05$), что говорит о равномерном увеличении массы и длины тела рыб по возрастам.

Гематологические показатели постоянно меняются в зависимости от среды обитания рыб, а также по сезонам и по возрастам. В данном исследовании значения гемоглобина разных возрастных групп рыб варьировали в пределах от 37,07 ± 4,90 г/л до 47,68 ± 4,51 г/л, что приблизительно сходно с показателями окуней естественных популяций и ранее проведенных исследований [Нгуен, 2015] (табл. 2).

Таблица 2

**ДИНАМИКА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП РЕЧНОГО ОКУНЯ,
ВЫРАЩЕННОГО В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Возрастная группа	Гемоглобин (г/л)	Общий белок (г/л)	Холестерин (ммоль/л)	СОЭ (мм/час)	Общее количество эритроцитов $\times 10^4$ /мм ³	МСН (пг)
1	37,07 ± 4,90	30,50 ± 2,68	1,22 ± 0,30	2,5 ± 0,18	171,29 ± 3,29 ^b	21,78 ± 3,08
2	39,28 ± 3,54	25,05 ± 2,53 ^b	0,76 ± 0,02 ^b	2,5 ± 0,1	202,44 ± 5,29 ^b	19,51 ± 1,87
3	47,68 ± 4,51	36,19 ± 1,41 ^b	1,93 ± 0,41 ^b	2,5 ± 0,13	252,60 ± 4,71 ^b	18,84 ± 1,63

Примечание: ^b – различия достоверны при $p < 0,01$.

Наиболее низкое содержание гемоглобина отмечалось у годовиков (37,07 ± 4,90 г/л), причем его уровень постепенно повышался с возрастом. У двухгодовиков количество гемоглобина составило 39,28 ± 3,54 г/л и у трехгодовиков – 47,68 ± 4,51 г/л. Однако по данному показателю различия были недостоверны ни между годовиками и двухгодовиками, ни между годовиками и трехгодовиками. Наряду с этим по общему количеству эритроцитов в 1 мм³ крови были отмечены достоверные различия при $p < 0,01$. Наиболее высокая концентрация эритроцитов отмечалась у трехгодовиков – 252,60 ± 4,71 $\times 10^4$ кл./мм³, затем у двухгодовиков –

$202,44 \pm 5,29 \times 10^4$ кл./мм³ и у годовиков $171,29 \pm 3,29 \times 10^4$ кл./мм³. Такой результат объясняется тем, что с возрастом активность рыбы как хищника увеличивается [Patrick, Konrad, Robert, 2015], что требует большого резервного количества эритроцитов в крови. В среднем содержании гемоглобина в эритроците (MCH) наблюдалась обратная картина: самое высокое значение было отмечено у годовиков $21,78 \pm 3,08$ пг, а самое низкое – у трехгодовиков – $18,84 \pm 1,63$ пг. Статистические различия по данному показателю были недостоверны.

Концентрация общего белка в сыворотке крови отражает состояние белкового обмена и тесно связана с кормлением рыб. В искусственных условиях с постоянным кормлением значения данного показателя были стабильно высокими. Наиболее высокое содержание общего белка было отмечено у группы трехгодовиков ($36,19 \pm 1,41$ г/л). Не было достоверных различий в концентрациях общего белка между годовиками и двухгодовиками; между годовиками и трехгодовиками, однако различия были достоверны между двухгодовиками и трехгодовиками ($25,05 \pm 2,53$ против $36,19 \pm 1,41$). Полученные данные, возможно, предполагают то, что такой показатель, как общий белок не подвергается влиянию возраста, а главным образом зависит от состояния питания рыб.

Таким образом, была установлена частичная зависимость некоторых гематологических показателей речного окуня от возраста рыб. Содержание гемоглобина, общее количество эритроцитов в 1 мм³ крови повышаются с возрастом, что связано с увеличением активности данного вида как хищника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 184 с.

Петин А.Н., Лебедева М.Г., Крымская О.В. Анализ и оценка качества поверхностных вод. Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. 252 с.

Пономарев С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе. Учебник. М.: Колос, 2009. 312 с.

Blaxhall, P.C. Daisley, K.W. Routine haematological methods for use with fish blood // Journal of Fish Biology. 5. 1973. P. 771–781.

Нгуен Тхи Хонг Ван. Гематологические показатели крови европейского окуня в различных условиях. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2015. 12 с.

Patrick Kestemont, Konrad Dabrowski, and Robert C. Summer felt. Biology and Culture of Percid Fishes: Principles and Practices. Dordrecht (The Netherlands); New York: Springer (eb), 2015.

ОПЫТ АДАПТАЦИИ И ПОДГОТОВКИ НАСТОЯЩИХ ТЮЛЕНЕЙ К ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ НА АКВАКОМПЛЕКСАХ ММБИ КНЦ РАН

**М.В. Пахомов, А.А. Зайцев, А.Р. Трошичев,
С.Ю. Степанов, Ю.В. Литвинов, П.А. Заволока**

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск

В настоящее время исследования морских млекопитающих в основном ведутся либо в естественной среде обитания, где изучаются дикие животные, либо в океанариумах, где животных приручают и обучают выполнению команд.

Изучение морских млекопитающих в естественных условиях позволяет установить маршруты миграции, места лёжек, особенности пищедобывательного, социального и репродуктивного поведения животных. Возможен отбор биологических жидкостей и тканей для исследования физиологических характеристик животных. Но в естественных условиях фактически невозможно изучать сенсорные и когнитивные способности животных. Подобные исследования связаны со значительными трудностями: необходимо организовывать дорогостоящие

и достаточно опасные экспедиции; невозможно долговременно и непрерывно изучать конкретное животное, есть сложности с постановкой и проведением поведенческих экспериментов.

Достаточно много работ, связанных с поведением морских млекопитающих, их физиологией, и экспериментальных исследований сенсорных возможностей этих животных проводится в стационарных океанариумах. Однако океанариумы имеют свои минусы. Наиболее важный из них – стабильность и искусственность условий содержания. Если в естественных условиях параметры окружающей среды постоянно меняются, то в океанариуме они постоянны. Так, например, изменение освещенности в течение суток в природе неравномерно – зимой светлое время суток сокращается, летом возрастает, в арктических широтах проявляются полярный день летом и полярная ночь зимой. Также освещенность сильно зависит от погодных условий, которые и сами влияют на жизнедеятельность морских млекопитающих. В океанариуме зачастую присутствует только искусственное освещение, которое, во-первых, отличается от естественного спектральным составом, а во-вторых, строго периодически. Кроме того, в океанариумах отсутствуют такие значимые для морских млекопитающих факторы, как ветер, волнение моря, изменения физико-химических свойств воды, воздействие естественных органических веществ моря. Стоит отметить, что большинство океанариумов и дельфинариев – коммерчески ориентированные предприятия. Это означает, что время научной работы с животными ограничено, животные обучаются наиболее зрелищным командам, которые зачастую не представляют научно-практического интереса. Постоянный контакт с посетителями приводит к тому, что поведение животного достаточно сильно изменяется, вместе с ним изменяется и нормальная физиология организма. Таким образом, данные, полученные в ходе физиологических и поведенческих экспериментов, достаточно сложно экстраполировать на диких сородичей домашнего морского млекопитающего. И, наконец, в изолированных условиях океанариума не может идти и речи о создании полноценной биотехнической системы с морскими млекопитающими, способной решать вопросы военной и хозяйственной направленности в открытом море [Матишов, 2011].

Наиболее перспективным в данном случае представляется создание биотехнических комплексов на открытой морской акватории. Тогда животные содержатся практически в естественных условиях, то есть подвержены воздействию тех же факторов окружающей среды, что и их дикие сородичи. Значит, физиологические отклонения будут минимальны, это в свою очередь позволяет экстраполировать результаты физиологических и поведенческих экспериментов на всю популяцию в целом.

С другой стороны, в условиях аквакомплекса возможен полноценный дрессировочный процесс, причем животных можно обучать только тем командам, которые необходимы для проведения экспериментальных работ.

Только в условиях биотехнического комплекса на открытой акватории возможно проверить специально обученное животное в условиях, максимально приближенных к реальным местам работы биотехнической системы.

В развитии использования морских млекопитающих с 1984 г. особое место занимает Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН [Ишкулов и др., 2015]. На сегодняшний день работы ведутся на двух аквакомплексах: «Красные камни», открытый в 1997 г. и располагающийся вблизи Сайда-губы на акватории приливного озера, и «Горячие ручьи», открытый в 2007 г. и располагающийся на открытой акватории Кольского залива вблизи губы Тюва.

Опыт эксплуатации вольеров различных конструкций в ММБИ на протяжении 24 лет показывает, что вольеры из полимерных материалов оптимальны для круглогодичных исследований поведенческих и физиологических адаптаций ластиногих в условиях Севера [Матишов, 2011; Матишов, Войнов и др., 2010].

Тренировки с морскими млекопитающими проводятся два раза в день: утром (9:00–11:00) и вечером (18:00–19:00). При наступлении полярной ночи в зависимости от метеорологических условий тренировку проводят только днем.

Перед тренировками проводится ветеринарный осмотр животных, оценивается состояние слизистых оболочек и шерсти, подвижность животного, уровень пищевой мотивации. В ходе тренировок с животными отрабатываются команды общего и специального назначения.

Общий курс подготовки морских млекопитающих включает отработку элементов поведения, общих для всех служебных животных, независимо от их специализации. Кроме того, он включает обучение навыкам, заведомо необходимым в дальнейшей подготовке. Животные в процессе обучения осваивают команды «погладить», «в воду», «рядом», «выход на акваторию», «лежать», «перевернись», «зубки», «апортировка», «поиск», «передача предмета», «следование за лодкой», «транспортировка в лодке», «заход в ящик», «одевание сбруи». Обучение направлено на отработку навыков от простых к более сложным, поскольку каждый последующий элемент требует применения уже имеющихся навыков. Для каждого животного составляются индивидуальные кривые обучения, которые позволяют не только изучать общевидовые тенденции обучаемости, но и оптимизировать планы отбора и обучения ластиногих для выполнения конкретных задач [Матишов, Войнов, Михайлюк, 2015].

В ходе работ, проводимых на биотехническом аквакомплексе ММБИ в период с 2007 по 2017 г., в экспериментах были задействованы три вида арктических тюленей: кольчатые нерпы (*Pusa hispida* Schreber, 1775), гренландские тюлени (*Pagophilus groenlandica* Erxleben, 1777) и серые тюлени (*Halichoerus grypus* Fabricius, 1791).

Изучение воздействия различных акустических шумов на жизнедеятельность арктических тюленей показало, что антропогенное шумовое загрязнение океана существенно влияет на жизнедеятельность морских млекопитающих, включая арктических ластоногих.

Отмечено угнетающее действие повышенного шума фоновой природы на поведение ластоногих. При высоком уровне шума снижается частота всплытий, большую часть времени животное находится под водой. Показано, что использованные параметры шумового воздействия с частотой 600 Гц оказывают существенное раздражающее, тревожащее воздействие на ластоногих, при этом улучшается их работоспособность в модели обусловленного поведения [Михайлюк, 2012].

Для разработки мероприятий по снижению шумовой нагрузки на морских млекопитающих в регионах их естественного обитания создана тест-система контроля допустимых уровней шумового загрязнения.

Проведенные эксперименты по выработке обонятельных и цветовых условных рефлексов у арктических тюленей, а также исследования особенностей их поведения показали перспективность дальнейшего изучения этой области, что должно стать основой для разработки и эксплуатации биотехнических систем, включающих настоящих тюленей.

Знания об обонятельной чувствительности тюленей позволяют привлекать их к работам по поиску разлива нефтепродуктов в море как при авариях на газо- и нефтепроводах, так и при крушениях различных судов. По запаху тюлень способен отыскать место аварии при пониженной освещенности и в таких погодных условиях, когда поиск техническими средствами ограничен или невозможен. Найдя место аварии, тюлень может «сообщить» об этом людям, привести за собой спасательную команду, установить GPS-маяк, а в случае когда погодные условия не позволяют действовать спасательной команде, доставлять пострадавшим средства спасения, пищу и медикаменты, а также осуществлять транспортировку пострадавших с места аварии на береговую или плавучую базу. Тюлень способен обнаружить и следовать за плавсредством по оставленному им шлейфу из слитых или отработанных горюче-смазочных материалов [Войнов, Зайцев и др., 2013].

Цветовое зрение у служебных тюленей позволяет обучать их поиску предметов по цветовому признаку. Так, экспериментально установлено, что для подобных работ наиболее целесообразно использовать серых тюленей, у которых хорошо развито дихроматическое зрение, позволяющее использовать в работе с ними широкий спектр цветов [Войнов, Зайцев и др., 2013; Ишкулов, Михайлюк, Пахомов, 2013; Пахомов, Ишкулов, Зайцев, 2017].

На сегодня одна из основных проблем при использовании морских млекопитающих для противодействия подводным диверсантам – проблема распознавания животным человека по признаку «свой – чужой». Это приводит к тому, что тюлень не может отличить дружественного водолаза от врага и, как следствие, может его атаковать.

Применяя различные маркеры для своих водолазов, можно обучить тюленя атаковать только водолазов, у которых либо нет маркера, либо он другой. Также возможно обозначать различными цветными маркерами маршрут обследования протяженных подводных объектов и подводных частей судов и строений.

Для повышения эффективности морских биотехнических систем необходима разработка средств контроля и коррекции поведения рабочего животного. Одним из таких средств может служить коррекция поведения посредством низкочастотного электромагнитного воздействия на рабочее животное. Наиболее перспективным направлением является изменение маршрута передвижения тюленей, на которых закреплено измерительное оборудование, при локальном изменении геомагнитной карты местности.

Проведенные эксперименты показали, что при генерации ЭМП с частотными характеристиками 2–8; 16–20; 34–36 Гц наблюдаются рост возбуждения животного и появление неспецифических поведенческих актов [Яковлев, Михайлюк, Григорьев, 2016; Яковлев, Григорьев, 2017].

Основываясь на экспериментальных данных, полученных за годы существования биотехнического аквакомплекса, созданы полностью работоспособные прототипы биотехнических систем двойного назначения, рабочим элементом которых являются арктические тюлени. Основные задачи таких систем – взаимодействие с водолазом, поиск и подъем затонувших предметов и телеметрическое обследование акватории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Войнов В.Б., Зайцев А.А., Литвинов Ю.В., Михайлюк А.Л., Пахомов М.В. Сенсорные возможности арктических тюленей в морских биотехнических системах // Вестник Южного научного центра. 2013. Т. 9. № 4. С. 87–95.

Ишкулов Д.Г., Михайлюк А.Л., Пахомов М.В. Опыт лаборатории биотехнических систем в работе с арктическими ластоногими: от теории до практики // Вестник Кольского научного центра РАН. 2015. № 2 (21). С. 70–77.

Ишкулов Д.Г., Михайлюк А.Л., Пахомов М.В. Особенности цветовосприятия у серых тюленей // Вестник КНЦ РАН. 2013. № 4 (15). С. 88–94.

Матишов Г.Г. Перспективы освоения Мирового океана и арктических морей // Морские млекопитающие на службе человеку: материалы научно-практического семинара (4 октября 2010 г., Североморск) / отв. ред. акад. Г.Г. Матишов. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. С. 5–17.

Матишов Г.Г., Войнов В.Б., Вербицкий Е.В., Михайлюк А.Л., Трошичев А.Р., Гладких А.С., Светочев В.Н. Морские млекопитающие в биотехнических системах двойного назначения. Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2010. 131 с.

Матишов Г.Г., Войнов В.Б., Михайлюк А.Л. Руководство по подготовке морских млекопитающих в составе биотехнических систем в Арктике. Ростов-на-Дону, 2015. 212 с.

Михайлюк А.Л. Техногенное шумовое загрязнение Баренцева моря и его влияние на биологию кольчатой нерпы: автореф. дис. ... кандидата биологических наук. Мурманск, 2012. 23 с.

Пахомов М.В., Ишкулов Д.Г., Зайцев А.А. Влияние оптических характеристик среды на цветовое зрение настоящих тюленей // Вестник Мурманского государственного технического университета, 2017. Т. 20. № 2. С. 472–479.

Яковлев А.П., Григорьев В.Ф. Изменение двигательной активности серого тюленя при воздействии на него магнитного поля частотой 2, 18 и 36 Гц в течение 1–4 часов // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2017. Т. 20. № 2. С. 503–510.

Яковлев А.П., Михайлюк А.Л., Григорьев В.Ф. Оценка изменений параметров поведения серого тюленя при воздействии на него электромагнитных полей экстремально низких частот в диапазоне 0,01–36 Гц // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2016. Т. 19. № 1–2. С. 345–352.

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА
НА РОСТ ТИЛЯПИИ *Tilapia***

В.А. Безверхий, М.В. Коваленко, П.П. Сусь, Р.Б. Абсалямов

Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
akvabaza@yandex.ru

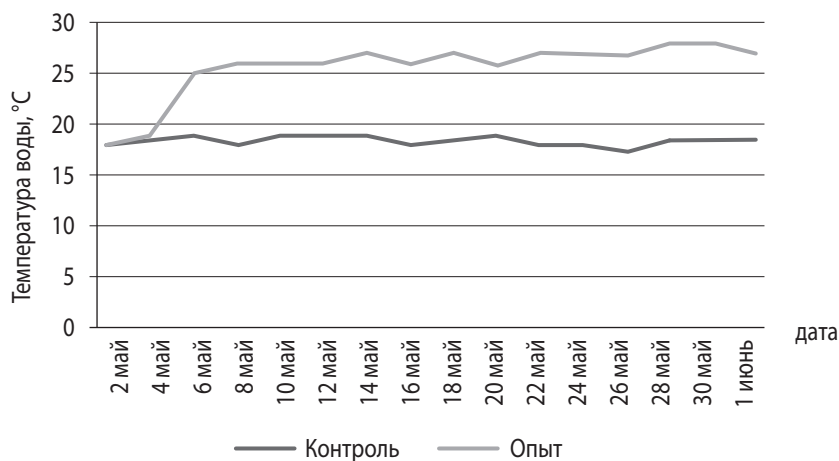
Рост и развитие организма тесно взаимосвязаны с биотическими и абиотическими факторами. Среди них основным фактором, оказывающим значительное влияние на организм, является температура окружающей среды, в данном случае температура воды. Тилapia как объект тепловодной аквакультуры нуждается в достаточном уровне теплового обеспечения. Несмотря на наличие общего положительного температурного обеспечения, можно также проследить уровень наиболее благоприятного и комфортного, позволяющего максимально обеспечить утилизацию и трансформацию нутриентов, уровня жизни организмов.

Цель данной работы – наглядно продемонстрировать влияние разного уровня температуры воды на рост красной тилapia и ее поведенческие реакции при кормлении, установить зависимость линейного роста тилapia от температурного режима. Для этого в системе с замкнутым водоснабжением (в двух разных системах) задали и поддерживали в практически статичном режиме две разные температуры воды – 18 °C и 26 °C. График поддержания температуры и кислорода представлен на рисунках 1, 2. Кормление осуществляли осетровым комбикормом компании Coppens Supreme-15 с содержанием белка на уровне 46 % и жира – 15 %. Характеристика корма указана в таблице 1.

Таблица 1
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОМБИКОРМА ДЛЯ РЫБ
COPPENS SUPREME-15

Показатель	Содержание
Белки, %	46
Жиры, %	15
Клетчатка, %	1,4
Зола, %	6,5
Фосфор, %	0,97
Общая энергия, МДж/кг	21
Обменная энергия, МДж/кг	19,2

Рис. 1
Динамика изменения температуры в бассейнах



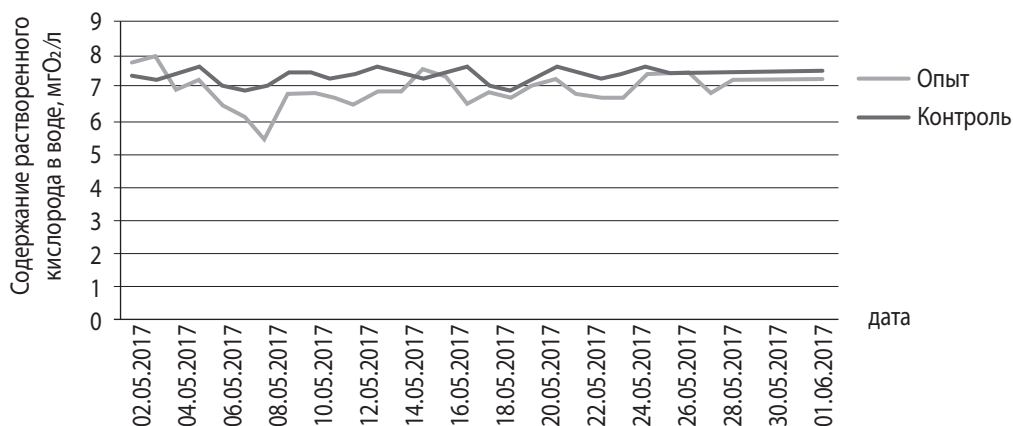


Рис. 2

Динамика изменения концентрации растворенного кислорода в бассейнах

Выращивание при температуре 18 °С. При выращивании в пониженной температуре воды рыба вела себя активно, реагировала на корм, но поедаемость комбикорма была снижена. Большая часть корма уходила на «потери» при кормлении. Среднесуточная скорость роста составила 1,3 %. Кормовые затраты составили 1,07 кг/кг прироста.

Выращивание при температуре 25 °С. При повышенных температурах рыба вела себя более активно, чем при 18 °С. Корм съедался с большой скоростью, отходов или несъеденных гранул практически не оставалось. Небольшое количество несъеденного корма образовывалось в результате временного понижения температуры воды из-за проводимых работ по чистке приемков и дна бассейна с заменой части воды. При этом среднесуточная скорость роста повысилась более чем в два раза по сравнению с контролем и составила 2,8 %, кормовые затраты значительно снизились и составили 0,45 кг/кг прироста, что говорит о более полном усваивании корма при данной температуре. Рыбоводно-биологические показатели результата опыта показаны в таблице 3.

Таблица 2
СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В РЫБОВОДНЫХ БАСЕЙНАХ
ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ
(ДВА ИЗМЕРЕНИЯ В ХОДЕ ОПЫТА)

Показатель	Ед. изм.	Контроль		Опыт	
Аммоний	мгNH ₄ ⁺ /л	0,53	0,67	0,72	1,08
Фосфаты	мгPO ₄ ³⁻ /л	0,08	0,12	0,10	7,1
Нитриты	мгNO ₂ ⁻ /л	0,01	0,023	0,08	0,34
Нитраты	мгNO ₃ ⁻ /л	4,27	13,4	48,00	109

Выращивание тилляпии при планируемых температурных режимах показало, что скорость роста рыб значительно увеличилась при увеличении температуры воды.

Работы проводились в рамках проекта «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России» (соглашение № 14.607.21.0163 от 03.10.2016, уникальный идентификатор RFMEFI60716X0163).

Исследования выполнены на уникальной научной установке № 73602 с использованием биоресурсной коллекции редких и исчезающих видов Южного научного центра РАН.

Таблица 3
РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ВЫРАЩИВАНИЯ ТИЛЛЯПИИ ПРИ РАЗНОМ
ТЕРМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ В УСТАНОВКЕ
С ЗАМКНУТЫМ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕМ

Показатель	Вариант	
	Контроль, 19 °С	Опыт, 26 °С
N, экз.	66	66
Масса начальная, г (m _{ср})	1846 (27,9 ± 2,8)	1843 (27,9 ± 2,8)
Масса, конечная, г (m _{ср})	2733 (44,7 ± 4,2)	4162 (64 ± 4,4)
Абсолютный прирост, г	887	2319
Среднесуточный прирост, г	29,6	77,3
Среднесуточная скорость роста, %	1,3	2,8
Выживаемость, %	92,4	98,5
Кормовые затраты, кг/кг прироста	1,07	0,45
Коэфф. массонакопления	0,17	0,38
КУ по Фультону начальный	0,02	0,02
КУ по Фультону конечный	0,02	0,02
Период выращивания	30	30

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНЕГО СОДЕРЖАНИЯ МАТОЧНОГО СТАДА СИГОВЫХ РЫБ В САДКАХ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

Н.В. Дронова

ОАО «Челябрыбхоз», г. Челябинск
dronof-n@mail.ru

В настоящее время запасы большинства сиговых рыб в Обь-Иртышском бассейне находятся в крайне напряженном состоянии и нуждаются в искусственном воспроизводстве [Литвиненко, Семенченко, 2015]. Кроме того, постоянно растет спрос на посадочный материал сиговых в Челябинской, Курганской, Тюменской областях в связи с развитием товарного сиговодства [Мухачёв, 2003]. Вследствие этого существует необходимость содержания маточного стада и дополнительного получения икры сиговых видов рыб помимо завоза для рыбоводных целей икры и посадочного материала из других регионов, который может быть нестабильным. Организация маточных стад пеляди в естественных водоемах не дает эффекта из-за невозможности контролировать процесс, массового браконьерства и сложностей отлова производителей.

Использование индустриального метода формирования и эксплуатации маточного стада, разработанный в ГосНИОРХ [Костюничев, Князева, 2012], дает более устойчивый результат, но имеет сложности в применении к местным условиям.

Маточное стадо сиговых (пелядь, муксун) содержали на садковой линии, размещенной на озере Теренкуль Челябинской области. Это пресноводный олиготрофный водоем площадью 300 га с максимальной глубиной 11 метров. Кислородный режим озера благоприятный: в летнее время содержание кислорода не опускается ниже 7 мг/л.

Одной из самых существенных проблем садкового содержания сиговых в этом озере (как и в любом аналогичном на Южном Урале) являются высокие летние температуры воздуха и воды. За период с 2010 г. (создание участка) дважды, в июле 2012 г. и августе 2016 г., наблюдалась аномально жаркая погода. Температура воздуха в эти периоды поднималась до +40 °С, воды – до +30 °С. В 2016 г. также были отмечены экстремально высокие температуры (до +40 °С), которые держались больше тридцати дней, в сочетании со штилевой погодой (<http://www.chel.pogoda.ru>).

Отход рыбы за период аномально высоких температур в каждом случае составил больше 40 %. Самые большие потери наблюдались у старших возрастных групп пеляди (40 %) и муксуна (65–70 %). В младших возрастных группах отход составил 25 %.

В период высоких температур для создания оптимальных условий содержания маточного стада увеличивали с помощью насосов проточность воды, сортировку и пересадку более крупных рыб в садки, погруженные в воду до 7 м, осуществляли кормление в утренние часы, при этом при повышении температуры воды выше +25 °С кормление прекращали. На случай повышенных отходов старших возрастов осуществляли дополнительный отбор ремонтных групп.

В 2017 г. в период летнего содержания сиговых рыб (июль – август) проводили исследования по замене половины расчетного количества корма на тройной объем мороженого гаммаруса. В начале эксперимента температура воды поднялась до +20 °С, и нормы кормления к этому моменту были уменьшены. Отмечено, что корм и гаммарус рыбой поедались очень активно. Как показали исследования, произошло снижение отхода рыбы: за период исследований он уменьшился на 50 % по сравнению с показателем прошлых лет. В целом физиологическое состояние рыбы было удовлетворительным. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о необходимости продолжить дальнейшие исследования по формированию маточных стад сиговых рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в индустриальных условиях на искусственных кормах. СПб.: Госниорх, 2012. 289 с.

Литвиненко А.И., Семенченко С.М., Капустина Я.А. Искусственное воспроизводство ценных видов рыб Урала и Сибири: состояние, проблемы, перспективы ФГБНУ «Госрыбцентр», г. Тюмень // Труды ВНИРО. 2015. Т. 153. С. 74–84.

Мухачёв И.С. Биотехника ускоренного выращивания товарной пеляди. Тюмень, 2003. 176 с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ОСЕТРОВОДСТВА НА ООО «ШИРОКОЛЬСКИЙ РЫБОКОМБИНАТ»

Ф.М. Магомаев¹, А.О. Шайхулисламов², Н.М. Гаджимусаев²

¹Дагестанский государственный университет, г. Махачкала

²ООО Широкольский рыбокомбинат, г. Махачкала

inti.dgu@mail.ru

В Дагестане лидером по разведению и выращиванию осетровых рыб является ООО «Широкольский рыбокомбинат». Широкольский рыбокомбинат – это полносистемное прудовое хозяйство, построенное специальным Постановлением СМ СССР и введенное в эксплуатацию в 1970 г. Общая прудовая площадь – 2530 га.

С первых лет эксплуатации на комбинате были созданы и внедрены в производство новые эффективные ресурсосберегающие технологии, что позволило довести объемы производства прудовой рыбы до 2,0 тыс. т. Однако в условиях перехода на рыночные принципы хозяйствования производство прудовой рыбы стало убыточным. В сложившейся ситуации возникла необходимость разработки новых нетрадиционных технологических решений, которые должны позволить комбинату быть рентабельным в новых экономических условиях и жестких законах рыночной конкуренции. Одним из вариантов рентабельного прудового рыбоводства должно было стать выращивание высокоценных деликатесных объектов, к которым относятся осетровые рыбы.

Выполненные исследования позволили определить основные виды и гибридные формы осетровых рыб для товарного выращивания в бассейнах и прудах. Установлено, что при выращивании товарной продукции в прудах предпочтение следует отдать бестеру, так как он обладает повышенной жизнестойкостью в период подращивания молоди, хорошо приспособлен к прудовым условиям выращивания и имеет достаточную скороспелость по сравнению с белугой.

Разработка технологии выращивания осетровых зависит от спроса населения на определенные параметры выращиваемой рыбы. В последние годы спросом пользуются осетровые массой не менее 5–6 кг, которые идут на изготовление балычных изделий. Такую продукцию на комбинате получают на четвертом году выращивания. Двухлетки бестера при плотности посадки 1000–1500 шт/га достигают массы 2,0–2,5 кг. Трехлетки при плотности посадки 500 шт/га вырастают до массы 3,5–6,0 кг. Осетровых, не достигших товарной массы свыше 5 кг, оставляют на четвертый год выращивания. В настоящее время Широкольский комбинат достиг ежегодного производства 50 т товарной осетровой продукции.

Основной задачей на комбинате является создание маточного стада бестера для получения пищевой икры. К настоящему времени на предприятии сформировано ремонтно-маточное стадо самок бестера, общая численность которого составляет более 4200 экз.

Выход икры от впервые созревших самок бестера в среднем составлял около 10 % от массы тела рыбы, получение икры от особей, созревающих во второй, третий, четвертый разы, возрастало до 14–16 %. В настоящее время в ремонтно-маточном стаде бестера, содержащегося в прудах Широкольского рыбокомбината, ежегодно созревает около 1500 самок, из них третья часть впервые, 30 % – повторно и третья часть – в третий и четвертый раз. Межнерестовый интервал у самок бестера в основном составляет 1 год, некоторые самки повторно созревают даже через 7 месяцев и отдают икру в 5-й раз.

Успешная деятельность по формированию и эксплуатации ремонтно-маточного стада бестера, а также хорошо организованная работа по прижизненному получению икры позволили предприятию ежегодно наращивать объемы производства осетровой пищевой икры. В последние два года от сформированного стада производителей бестера на Широкольском рыбокомбинате ежегодно производится около 2 т деликатесной продукции – пищевой икры. Ее успешная реализация обеспечивает получение высоких показателей прибыли, что способствует дальнейшему развитию рыбоводного осетрового предприятия.

В последние годы проводятся исследования по получению пищевой икры в нетрадиционные сроки. Сроки получения смещаются на осень и раннюю зиму и продиктованы повышенным коммерческим спросом на пищевую икру перед новогодними праздниками. Проведенные на Широкольском рыбокомбинате работы по получению овулированной икры в осенне-зимний период показали возможности и перспективы таких исследований на предприятии.

Введение в эксплуатацию на комбинате термальной скважины в 2016 г. позволит довести объем выращиваемой товарной продукции осетровых до 100 т и получение пищевой черной икры 4–5 т, что позволит комбинату выйти в лидеры по производству осетровой продукции в России.

Другим важным направлением осетроводства на комбинате является искусственное воспроизводство осетровых рыб. Современное катастрофическое снижение численности осетровых в Каспийском море вследствие нерационального промысла, сокращения миграционных путей и естественного воспроизводства определяет необходимость выработки действенных мер по их сохранению.

В Дагестане было построено 2 осетровых рыбоводных завода (ОРЗ). Это Терский ОРЗ проектной мощностью 4,0 млн шт. молоди и Сулакский ОРЗ с производственной мощностью 2,0 млн шт. молоди осетровых. В первый период эксплуатации рыбоводных заводов (1984–1991 гг.) среднегодовой выпуск молоди осетровых заводов составлял 6,6 млн экз. молоди. В последующие годы этот показатель снизился до 1,6 млн экз. молоди, а в последние годы выпуск осетровых не проводится из-за невозможности заготовки производителей осетровых рыб. Результаты заготовки производителей в течение последних 10–15 лет свидетельствуют о критическом состоянии запасов осетровых в Каспийском море. Нерестовые популяции рыб терского и сулакского стада осетровых фактически отсутствуют. В реки, по данным рыбохозяйственной науки, заходят лишь единичные особи. Поэтому рассчитывать, что ситуация на ближайшую перспективу изменится к лучшему, не приходится.

Повысить эффективность осетроводства в Терско-Каспийском регионе возможно путем решения комплекса проблем, связанных с рациональным использованием производителей для рыбоводных целей и повышения жизнестойкости выпускаемой молоди.

Уже многие годы ведется дискуссия по вопросу возраста и массы выращиваемой молоди осетровых. Подробно эта проблема изложена в монографиях В.И. Лукьяненко с соавт. [1984] и А.А. Кокоты [2004]. Большинство исследователей рекомендуют выращивать молодь более крупной массы. Главный аргумент – вероятность выживания крупной молоди намного выше, чем мелкой, и она более подготовлена к обитанию в естественной среде [Левин, Кокоты, 1989; Крупный и др., 2002; Бурцев, 2007; Васильева, 2011, 2012]. Исследованиями КаспНИРХ показана возможность выращивания молоди в прудах при существующей экстенсивной технологии за счет разреженной плотности посадки и небольшого увеличения срока выращивания до массы 7–15 г [Левин, Кокоты, 1989; Крупный и др., 2002]. И.А. Бурцев считает, что более результативно было бы организовать интенсивное выращивание молоди бассейновым методом до более крупных размеров, что обеспечивает повышенную резистентность и выживание до половозрелости на уровне не менее 20–30 % [Бурцев, 2007].

С учетом дефицита производителей естественной генерации А.А. Кокоты предлагает дагестанские рыбоводные осетровые заводы переориентировать на выращивание укрупненной молоди массой 10–15 г. В связи с важностью данного региона в формировании структуры и численности популяций осетровых рыб А.А. Кокоты рекомендует осуществить строительство морского ОРЗ берегового типа для выращивания молоди массой 70–150 г с последующим ее размещением в шельфовой зоне моря [Кокоты, 2004].

В настоящее время на комбинате сформировано одно из самых крупных маточных стад осетровых рыб общей биомассой более 100 т, включающие как чистые линии (белуга, русский и сибирский осетр, стерлядь, веслонос), так и гибридные (бестер, остер, русско-ленский осетр).

Основным объектом воспроизводства будет белуга, так как из всех видов осетровых, обитающих в Каспии, она находится в наиболее критическом состоянии – буквально на грани исчезновения. При общей тенденции снижения объемов выпуска заводами Астраханской области доля белуги составляет не более 2 % от общего объема выпуска [Васильева, 2012].

В настоящее время на комбинате имеется ремонтно-маточное стадо белуги в количестве 1000 экз. в возрасте 15 лет средней массой 40–50 кг. Уже несколько лет самцы белуги используются для получения гибридов стербела (стерлядь × белуга). Введение в эксплуатацию самок белуги позволит обеспечить получение рыболовной икры не только для производства товарной продукции осетровых и пищевой икры, но и для целей воспроизводства как на самом комбинате, так и на осетровых заводах Дагестана. Учитывая, что на комбинате имеется геотермальная вода, получение оплодотворенной икры, инкубация и подращивание молоди будет проводиться с февраля по май. По достижении молоди массы 7–10 г она будет выпускаться в естественный водоем. Можно планировать объем выращивания молоди белуги в пределах 2,5–3,0 млн шт.

Выращивание на комбинате молоди белуги повышенного качества и жизнеспособности позволит обеспечить устойчивое и гарантированное пополнение популяций осетровых рыб на Каспии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бурцев И.А. К определению оптимальных размерно-весовых стандартов заводской молоди осетровых рыб для воспроизводства // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. Международный симпозиум. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 298–302.

Васильева Л.М. Пути сохранения и восстановления природных запасов осетровых рыб на примере Волго-Каспийского бассейна // Осетровые рыбы и их будущее: сб. ст. междунар. конф. Бердянск, 2011. С. 105–108.

Васильева Л.М., Смирнова Н.В., Юсупова А.З. К вопросу сохранения и восстановления запасов осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне // Юг России: экология, развитие. 2012. Т. 7. № 1. С. 73–76.

Кокоза А.А. Искусственное воспроизводство осетровых рыб. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2004. 208 с.

Крупий В.А., Григорьева Т.Н., Отпущенникова В.Л. Пути повышения эффективности искусственного воспроизводства осетровых на ОРЗ дельты Волги // Проблемы воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях: мат-лы науч. конф. Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского ГУ, 2002. С. 72–75.

Левин А.А., Кокоза А.А. О выживаемости и росте заводских осетровых в Каспийском море // Тр. ИЭМЭЖ. Морфология, экология поведение осетровых. М.: Наука, 1989. С. 102–112.

Лукьяненко В.И., Касимов Р.Ю., Кокоза А.А. Возрастной стандарт заводской молоди каспийских осетровых. Волгоград, 1984. 299 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАКОРАЗВОДНОЙ ФЕРМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

М.Л. Старцева, Д.Г. Кабенюк

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону
mstar847@mail.ru

Длиннопалые раки (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) (рис. 1) являются ценными объектами промысла благодаря исключительно высоким вкусовым качествам и питательности мяса, содержащего до 16 % белка, 0,5 % жира, все незаменимые аминокислоты, а также липиды, биологически активные вещества и микроэлементы [Длиннопалый рак ... 2008].



Рис. 1
Длиннопалый рак

В XX веке вследствие загрязнения водоемов сточными водами, эпизоотии рачьей чумы, а также бесконтрольных выловов существенно снизились запасы речных раков. Для восстановления запасов длиннопалого рака возникла необходимость в строительстве ракоразводных ферм. Как известно, в Ростовской области таких ферм нет, хотя есть все предпосылки: благоприятные погодные условия (короткая зима и длинное жаркое лето), достаточно водоемов и т. д. Предлагаем вашему вниманию проект ракоразводной фермы на земельном участке размером 25 соток.

Участок должен соответствовать следующим требованиям: максимально ровная поверхность, не затопляемая во время разливов рек, сброса воды из водохранилищ и т. д.; наличие подъездных путей для тяжелой техники (экскаваторов). На участке размером 25×100 м по левой стороне возводим 20 прудов, располагая их в длину с востока на запад, расстоянием между ними 3 м. Из них 10 прудов размером 4×8 м покрываем поликарбонатом толщиной 8 мм. Эти пруды используем для интенсивного выращивания раков: в них вода не будет замерзать даже в сильные морозы, поэтому раки не станут впадать в анабиоз, постоянно будут питаться, линять каждые 2 месяца и быстро набирать вес. Два пруда используем для содержания взрослых самцов и самок, еще два послужат своеобразными инкубаторами, остальные – для подращивания сеголеток. Оставшиеся 10 прудов размером 6×10 м оставляем открытыми и используем их для выращивания раков в естественных условиях.

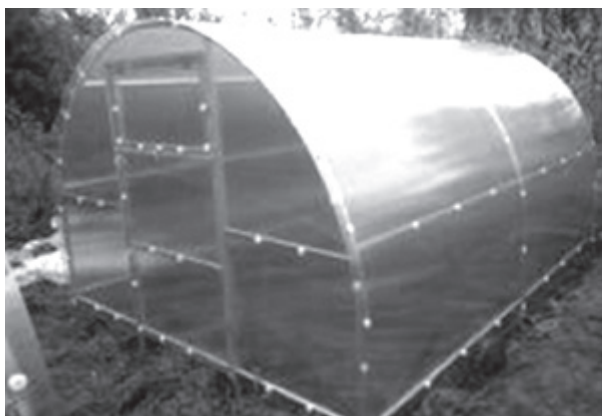
Требования к прудам:

- прямоугольная форма;
- боковые стенки ровные, по отношению ко дну находятся под углом 90°;
- дно ровное;
- глубина не менее 2 м.

Каркас пруда лучше делать из листов полипропилена. Этот материал абсолютно нейтрален к водной среде, а при помощи полифузионной сварки листы полипропилена легко и быстро соединяются между собой, образуя прочную водонепроницаемую конструкцию.

После установки каркаса пруда на дно укладывают 20-сантиметровый слой крупных камней или битого керамического кирпича, затем 10-сантиметровый слой крупнозернистого песка. Эти слои в дальнейшем послужат для раков укрытием, а для растений – основой. Только после этого пруд наполняют чистой водой.

Для теплоизоляции прудов и поддержания температуры воды в заданных параметрах можно использовать теплицу-термос (рис. 2а) на поликарбонатной основе или промышленные теплицы «Фермер» (рис. 2б), которые за счет своих больших габаритов захватывают и пропускают много солнечного света и тепла.



а



б

Рис. 2

Теплица-термос (а); теплица «Фермер» (б)

Оборудование и приборы, необходимые для ракоразводной фермы:

- аэратор – оборудование для насыщения прудовой воды кислородом и небольших колебаний ее поверхности, необходимых для борьбы с застоем и цветением воды;
- оксидатор – также используется для насыщения прудовой воды кислородом, особенно необходим в зимнее время года, когда открытые пруды покрываются льдом и раки будут испытывать недостаток кислорода;
- фильтрационная система – необходима для очищения воды и дна прудов от остатков корма и продуктов жизнедеятельности раков;
- рН-метр – прибор для определения водородного показателя воды, величина которого очень сильно влияет на распространение, рост и развитие раков. Оптимальные показатели рН для выращивания раков 7,5–8,5 [Цукерзис, 1989];

- оксиметр – прибор для измерения концентрации растворенного в воде кислорода. Раки очень требовательны к содержанию кислорода в воде и при падении его до 0,37 мл/л погибают. Оптимальное содержание кислорода в воде 6–7 мл/л [Черкашина, 2007];
- термометр для измерения температуры воды. Раки являются эвритермными видами и переносят колебания температуры от 4 до 32 °С. Оптимальная температура для роста 22–24 °С [Черкашина, 2007];
- солемер для определения уровня солей и общей жесткости воды. Оптимальная жесткость воды 3–8 мг-эквивалент/л;
- кондуктометр для измерения электропроводности воды, на основе чего проверяется эффективность очистительных систем.

Когда строительство фермы завершено, можно приобретать длиннопалого рака. Этот вид менее всего требователен к условиям содержания и при хорошем уходе быстро набирает товарный вес. Для создания ремонтно-маточного стада (РМС) лучше всего приобретать раков в специализированных хозяйствах (во избежание их заражения) в августе – сентябре до периода спаривания. Рекомендуемая плотность посадки взрослых особей в пруды составляет 6 шт/м², из расчета на 1 самца 3–4 самки. Всего понадобится 384 рака, из них 96 самцов и 288 самок. РМС заселяем в 2 крытых пруда. Зимой, ориентировочно в феврале – марте, когда температура воды достигнет 4–6 °С, раки начинают спариваться. Чтобы быстро снизить или поднять температуру воды в пруду, необходимо увеличить или уменьшить ее объем. Оплодотворенность икры можно определить при контрольном отлове – у самок в нижней части головогруды имеется белая затвердевшая масса сперматофоров, таких самок отлавливают и пересаживают в отдельные пруды-инкубаторы, при этом контролируя все фазы икрометания, созревания яиц и стадии развития мальков. Весной, когда температура воды достигнет 14–15 °С, происходит икрометание. Созревание яиц от икрометания до стадии глазка продолжается 7–10 дней при оптимальной температуре 21–24 °С. На 5–8-й день после вылупления малька происходит первая линька, и рачки переходят на активное питание. Еще через 14–20 дней они могут самостоятельно питаться и не нуждаются в опеке матери. Таким образом, от периода икрометания до получения жизнеспособной молоди проходит около месяца. За это время самка рака способна выносить на своем подбрюшье 40–50 мальков. После чего самок снова отлавливают и переводят в пруды для содержания РМС, а рачков по мере их роста постепенно распределяют по свободным прудам в соответствии с нормой посадки.

При интенсивном выращивании раков рекомендуется использовать специально подготовленные корма, например для карповых пород.

Кормление раков проводят в одно и то же время, утром или вечером. Дневная норма кормов составляет 0,2 % от общей массы раков. Для самок в период икрометания эта норма составляет 0,9 % и к концу месяца снижается до 0,3 %. Немаловажное значение в рационе раков играет водная флора и фауна, в число которых входят водоросли, речной планктон, личинки насекомых. Поэтому пруды нужно заранее «заселить» и «засадить» подобной живностью и растениями.

Еще одно из преимуществ интенсивного метода разведения раков проявляется в процессе их реализации. Достаточно заранее найти несколько баров или ресторанов и впоследствии сбывать их в любое удобное время года. При хорошем уходе за раками окупаемость данного предприятия составит 2,5–3 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Длиннопалый рак – хозяйственно ценный объект промысла и аквакультуры: практикум для студентов специальности «Биология» с дополнительными специальностями / сост. Н.А. Лебедев. Мозырь: УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2008. 50 с.

Цукерзис Я.М. Речные раки. Вильнюс: Мокслас, 1989. 143 с.

Черкашина Н.Я. Сборник инструкций по культивированию раков и динамике их популяций. Ростов н/Д: Изд-во АзНИИРХ, 2007. 118 с.

ПОЛУЧЕНИЕ МОЛОДИ СЕРОГО МОРСКОГО ЕЖА *Strongylocentrotus Intermedius* (Agassiz, 1863) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

М.Л. Старцева, А.В. Савенко

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону
mstar847@mail.ru

Морской серый ёж *Strongylocentrotus intermedius*, Agassiz, 1863 (рис. 1) имеет важное промысловое значение. Ценится в нем только икра. Она стимулирует процесс кроветворения; повышает уровень гемоглобина и эритроцитов в крови; регулирует гормональную систему организма; полезна при заболеваниях желудочно-кишечного тракта; обладает омолаживающим эффектом. Калорийность морского ежа составляет 84 ккал на 100 г продукта.

Морские серые ежи – раздельнополые животные, у них имеются железы – либо 5 яичников, либо 5 семенников, которые могут быть окрашены в молочно-белый, желтоватый или ярко-оранжевый цвета (рис. 2). Половозрелость наступает в возрасте 3 лет. В период нереста пол животного можно определить визуально. У самок гонады желтоватого цвета, при вскрытии стенки из протоков выступают яйцеклетки бледно-желтого цвета. Гонада самца белесая, при вскрытии протоков спермии белого цвета. Как у самок, так и у самцов железы состоят из большого числа разветвленных протоков, связанных с ацинусами.

Экспериментальными исследованиями морских серых ежей ученые занимаются уже давно, однако получение их потомства затруднительно. Это связано с процессами, действующими на личинки до стадии метаморфоза, т. е. в период до их оседания на субстрат и приобретения промыслового размера.

Существует несколько методов получения молоди морских ежей в лабораториях, рассмотрим один из них. Выловленных в море производителей размером 60–80 мм помещают в 20-литровые аквариумы, оборудованные аэраторами и заполненными водой с той же температурой, что и в естественных условиях, – это необходимо для прохождения их адаптации. Через 1–2 суток повышают температуру на 1–2 °С, доводя ее до 19 °С. Затем у половозрелых самок получают половые продукты, для этого вводят в перивисцеральную полость 0,5 мл 0,5 М молярного раствора KCl (калий хлор) или 0,1–0,2 мл свежеприготовленного на морской воде ацетилхолина. У самцов железу извлекают из перивисцеральной полости в чашку Петри; концентрированную сперму забирают микропипеткой. Осеменение проводят в следующем порядке. Яйца, суспензированные в морской воде, оседают, затем большую часть воды сливают. Каплю «сухой» спермы разводят 5 мл морской



Рис. 1
Серый морской ёж (фото автора)



Рис. 2
Половые железы морского серого ежа (фото автора)

воды. Разбавленную сперму смешивают с яйцеклетками. Через 1–2 мин суспензию разбавляют в 15 раз морской водой, и после оседания яйцеклеток воду заменяют новой [Мотавкин, Евдокимов, 1975]. Зиготы промывают 6 раз с 30-минутным интервалом и ждут вылупления личинок.

Через 3 суток личинок кормят смесью микроводорослей *Platymonas viridis*, *Monochrysis* sp., *Nipbrochloris salina*, *Lumnoclenium lanskey*, *Chlorella* sp., *Dunaliella viridis*, помещая их в сосуды с водорослями.

Плутеус I стадии возникает через 18–20 часов, II стадии – на 12-е сутки, III стадии – на 16-е сутки. Метаморфоз происходит в период с 21-х по 29-е сутки, и на 31-е появляется морской еж [Евдокимов, Матросова, 2012]. Плутеусы I–III стадий обитают в толще воды, в период метаморфоза оседают на дно.

Для оседания личинок в аквариумы укладывают коллекторы. Это могут быть раковины моллюсков, кусочки полипропиленовых пластин и т. п., заросших порослью зеленых водорослей *Ulsella lens*. Осевшие на коллекторы личинки размером 3–4 мм питаются бентосными диатомовыми водорослями, а личинки 5 мм – ульвой.

Молодые ежи в аквариумах хорошо растут на гранулированных кормовых смесях при определенной консистенции, размерах и форме гранул, в состав которых входят соя, зерновые, креветки, мясо рыбы и т. п. Эффективность пищевых веществ в корме составляет по органическим веществам 20–60 %, по белку – 61–84 %, по углеводам – 34–68 % и по липидам – 42–47 %. Наиболее интенсивно морские ежи потребляют мидию, ламинарию и агаровую смесь, а также добавку сгущенного молока (до 0,58–0,34 г/сут.). Количество корма для морских ежей составляет 4 % от массы тела [Способ ... 2005].

Таким образом, получение молоди морского серого ежа *Strongylocentrotus intermedius* в лабораторных условиях дает возможность ускорить процесс их роста из-за стабильности температуры воды (17–20 °С – оптимальной для выращивания) и интенсивного питания в течение всего года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Евдокимов В.В., Матросова И.В. Репродуктивная биология морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* и *Strongylocentrotus nudus* // Тихоок. мед. журнал. 2012. № 2. С. 105–110.

Мотавкин П.А., Евдокимов В.В. Получение у морского ежа в искусственных условиях зрелых половых клеток и их функциональная характеристика // Биология моря. 1975. № 1. С. 58–67.

Способ производства корма и корм для морских ежей: пат. 2259062. Рос. Федерация: МПК А23К1/10, А23К1/18 / М.Ю. Двинин; заявитель и патентообладатель ФГУП Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО). 2003125492/13; заявл.18.08.2003; опубл. 27.08.2005.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ «АКВАВИБРОСИТО» ДЛЯ СОРТИРОВКИ МОЛОДИ ГИГАНТСКОЙ УСТРИЦЫ *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)

М.Л. Старцева, Е.А. Шубникова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону
mstar847@mail.ru

В небольших хозяйствах по выращиванию устриц молодь сортируют через сито определенной ячеи. В конце октября – ноябре, при достижении размеров 3 см, устрицы крупнее мидии (размер последней составляет 0,6–0,9 см). И если своевременно не провести сортировку, то впоследствии этот процесс усложнится из-за увеличения размеров раковин, и молодь моллюсков придется сортировать только вручную.

«Аквивибросито» может значительно упростить задачу сортировки. Размер установки 1,5×1,0×0,7 м. Она состоит из металлического каркаса, оборудованного вибрационным двигателем и четырьмя амортизаторами, ванны и 2 сит (рис. 1).

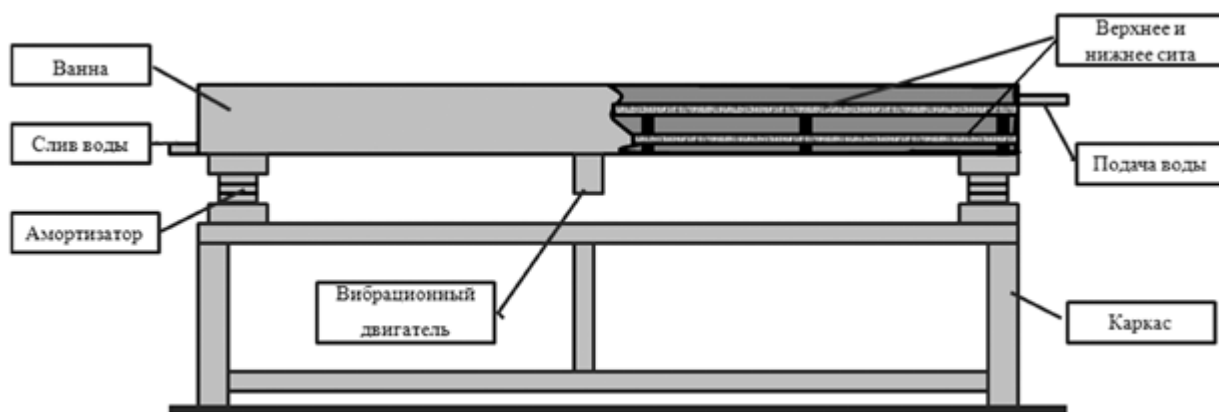


Рис. 1

Схема установки «Аквивибросито»

Каркас представляет собой четыре вертикальные опоры, соединенные сверху и усиленные перемычками в нижней части, изготовленные из уголков с толщиной металла 5–6 мм. Он должен быть достаточно тяжелым, чтобы удерживать на себе всю конструкцию и вес моллюсков. Его можно прикрепить к фундаменту с помощью болтов. Амортизаторы обеспечивают необходимую амплитуду движений ванны относительно неподвижной станины. При правильном расчете массы ванны пружины амортизатора не нуждаются в закреплении – просто устанавливаются в специально закрепленные для них стаканы, сделанные из обрезков труб, либо поверх стаканов (рис. 2а, б). Длина пружин подбирается таким образом, чтобы ванна могла вибрировать, но при этом не раскачиваться из стороны в сторону. Вибродвигатель серии ИВ 98А (ИВ 99А) на 220 или 380 В прикрепляется к двум направляющим под ванной. Амплитуда колебаний должна составлять 4–10 мм, частота 2–3 колебания в секунду.

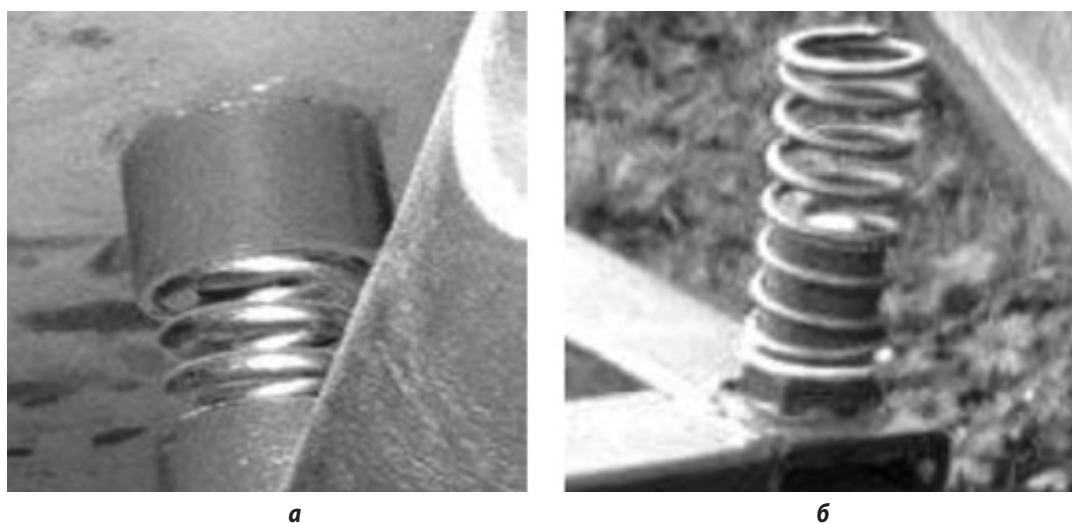


Рис. 2

Виды закрепления пружин амортизаторов установки «Аквивибросито»:

а – пружину устанавливают вовнутрь стаканов;

б – пружину устанавливают поверх стаканов

Во избежание коррозии к каркасу с помощью сварки прикрепляют квадратную ванну, изготовленную из нержавеющей стали, так же как и сита. Размер ванны 1,0×0,8×0,5 м, объем 0,4 т. В верхней правой части стенки ванны вмонтирована труба для подачи морской воды, слева – слив. Размер сит 0,95×0,75×0,1 м. Размер ячеек верхнего сита (1) – 1 см, нижнего (2) – 0,5 см. Высота ножек (3) верхнего сита – 10 см, нижнего (4) – 5 см. Высота конструкции составляет 35 см. Фиксаторы (5) крепятся к стенкам и полотну нижнего сита сваркой от низа до середины фиксатора, оставляя при этом расстояние – пазы (6) между фиксатором и стенкой, чтобы туда могли войти ножки первого сита (рис. 3). Это необходимо, чтобы ножки верхнего сита не соскальзывали во время работы установки.

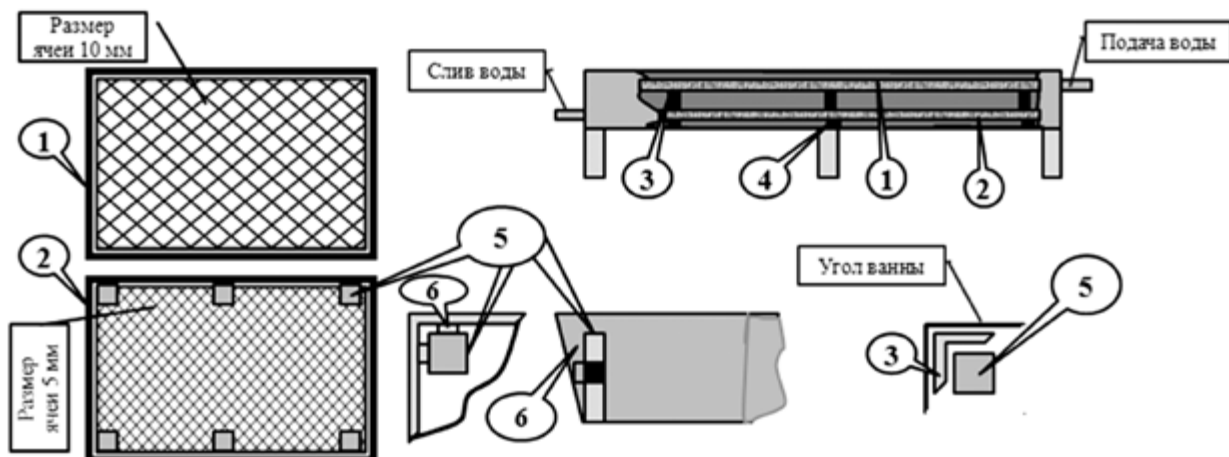


Рис. 3

*Детализация конструкции: 1 – верхнее сито; 2 – нижнее сито;
3 – ножки верхнего сита; 4 – фиксаторы; 5 – пазы*

Такую установку можно собрать своими руками из материалов, которые имеются в любом строительном магазине. Ремонт и обслуживание не представляют особой сложности. Ее можно установить на берегу моря под навесом, следовательно, для подачи воды можно ограничиться небольшим насосом (вода необходима для снижения риска повреждений створок моллюсков), а слив можно производить прямо в море, не затрачивая средства на фильтры и отстойники.

Принцип установки: в ванну с водой устанавливают последовательно нижнее сито (2), на него верхнее (1). На верхнее сито выкладывают содержимое коллекторов, которое полностью должно быть покрыто морской водой, так как при вибрации моллюски бьются друг о друга и можно повредить их створки (в этом возрасте они очень тонкие и хрупкие). Впоследствии поврежденных моллюсков использовать для культивирования нельзя. Вода в данном случае является для них амортизатором – смягчает удары. Кроме этого, во время работы установки, пока более мелкие мидии отсеиваются, можно вручную отобрать более крупных «сорных» гидробионтов (рыба, водоросли и т. д.), попавших в коллекторы, и сразу же выпустить их в море. Такую установку можно использовать при сортировке и других моллюсков, например гребешков.

Также следует отметить, что при работе на данной установке моллюски имеют меньший процент повреждений створок по сравнению с барабанной. Там они бьются друг о друга во время кручения барабана в течение нескольких минут.

ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ
БИОТЕХНОЛОГИЙ АКВАКУЛЬТУРЫ В СТРАНЕ
НА ОСНОВЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ
СОЕДИНЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ
АКАДЕМИЧЕСКОЙ И ВУЗОВСКОЙ НАУКИ,
ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И БИЗНЕС-СТРУКТУР

НАПРАВЛЕНИЕ 7

**ПОДГОТОВКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КАДРОВ
В КУБАНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

А.В. Абрамчук, Н.Г. Пашинова, Г.А. Москул

Кубанский государственный университет, г. Краснодар
apilab@yandex.ru

В 80-е годы прошлого столетия рыбная отрасль Краснодарского края выращивала и реализовывала 26–35 тыс. т прудовой рыбы, а начиная с 1991 г. объемы производства товарной продукции стали резко уменьшаться. В 1996 г. объемы были на уровне 6,5 тыс. т. Резкое снижение производства прудовой рыбы связано в основном с резким удорожанием комбикормов, удобрений, рыбоводной техники и многими другими причинами. Одна из основных причин – недостаточное обеспечение рыбоводных хозяйств специалистами (рыбоводами и ихтиологами).

Квалифицированные кадры ихтиологи-рыбоводы в тот период уходили в коммерческие структуры, другие отрасли народного хозяйства, некоторые на заслуженный отдых, а замены им не было. Основная часть директоров рыбхозов, председателей рыбколхозов, главных рыбоводов не имели специального образования. Причина заключалась в том, что ни один из вузов Краснодарского края, да и всего Северного Кавказа не готовил специалистов рыбохозяйственного профиля (ихтиологов-рыбоводов), хотя потребность в них из года в год росла как в рыбхозах и рыбколхозах, так и в фермерских хозяйствах, занимающихся выращиванием рыбы. Рыбная отрасль приходила в упадок, превращалась из прибыльной в убыточную. Рыбхозы и рыбколхозы разваливались. Водоемы зарастали камышом и превращались в болото, становились непригодны для выращивания рыбы. Гидрохимические, ихтиопатологические лаборатории на рыбхозах закрывались из-за отсутствия кадров.

В 1997 г. руководители рыбопромышленных предприятий Кубани, Адыгеи, Ставрополя, Калмыкии и республик Северного Кавказа обратились к ректору Кубанского государственного университета с просьбой об открытии при биологическом факультете специальности по подготовке ихтиологов-рыбоводов для рыбной отрасли Северного Кавказа, с ежегодным приемом на дневную и заочную формы обучения по 25 человек. В феврале 1997 г. ученый совет КубГУ принял решение об открытии специальности «Водные биоресурсы и аквакультура» и поручили биологическому факультету подготовить все материалы для получения лицензии на данный вид деятельности. В кратчайшие сроки были подготовлены необходимые документы и представлены на экспертизу УМО. Комиссия УМО дала положительное заключение и порекомендовала открыть при КубГУ специальность 311700 – Водные биоресурсы и аквакультура.

Приказ Министра образования и науки об открытии специальности «Водные биоресурсы и аквакультура» № 872 был подписан 12.05.1997 г.

Первый набор студентов был осуществлен на 1998–1999 учебный год (25 человек). В 2003 г. диплом о высшем образовании по специальности ихтиолог-рыбовод получили 21 человек. Многие из них стали работать по специальности.

14 июля 2005 г. приказом ректора была открыта кафедра «Водных биоресурсов и аквакультуры», которая подготавливала специалистов, а с 2011 г. – бакалавров и магистров рыбного хозяйства. В 2000 г. при кафедре открыта аспирантура по специальности 03.00.10 – Ихтиология.

За 20 лет с момента открытия специальности по направлению водные биоресурсы и аквакультура диплом о высшем образовании получили более 220 выпускников, основная часть из которых восполнила кадровый дефицит рыбохозяйственной отрасли. В настоящий момент по данному направлению обучаются чуть менее ста пятидесяти бакалавров, двадцать пять магистрантов и пять аспирантов. Студенты и аспиранты ежегодно становятся лауреатами и победителями различных региональных и всероссийских конкурсов (Межвузовский конкурс выпускных квалификационных работ, У.М.Н.И.К. и др.), получателями именных стипендий за научную работу, участвуют в работе научно-практических конференций, публикуя в соавторстве с преподавателями и самостоятельно не менее 25 работ в год.

Главная задача по обеспечению высокого качества профессиональной подготовки и востребованности выпускников, реализуется за счет интеграции фундаментальной теоретической подготовки студентов с практической работой, которая становится возможной благодаря вовлечению учащихся в процесс проведения прикладных научных и производственных работ.

Благодаря многолетнему и плодотворному сотрудничеству кафедры водных биоресурсов и аквакультуры с профильными организациями и учреждениями студенты и аспиранты КубГУ имеют возможность участвовать в реализации фундаментальных и прикладных проектов. Такое сотрудничество позволяет выпускникам полностью освоить технологические процессы на рыболовных заводах, отточить методы ихтиологических и рыбохозяйственных исследований в научных учреждениях, включиться в деятельность природоохранных структур и по окончании обучения вернуться в отрасль готовыми специалистами. В качестве баз практики используются структурные подразделения университета (Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр, лаборатория перспективных технологий в аквакультуре Бизнес-инкубатора КубГУ), а также профильные учреждения и организации и прежде всего ГБУ КК «Кубаньбиоресурсы», ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства», ФГБНУ «Южный научный центр РАН», Южное отделение ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова», ФГУП «Племенной форелеводческий завод «Адлер», ФГУП «Адлерский производственно-экспериментальный рыболовный лососёвый завод», ОАО «Специализированный рыбопроизводный завод растительноядных рыб», Южный производственный осетрово-рыболовный центр ФГБУ «Главрыбвод» и многие другие.

Профессиональные навыки и умения будущих работников рыбохозяйственной отрасли в значительной степени формируются не только в стенах вуза, но и в производственных условиях предприятий, в ходе выполнения работы под руководством экспертов-практиков, которые используют и внедряют мировой опыт ихтиологических исследований и аквакультуры. Работая со специалистами, стажеры перенимают ценный опыт по инкубации икры, выращиванию личинок и мальков осетровых рыб, а также осваивают экологически обоснованный метод выпуска молоди рыб, занесенных в Красную книгу. На Южном производственном осетрово-рыболовном центре ФГБУ «Главрыбвод» и ОАО «Специализированный рыбопроизводный завод растительноядных рыб» в заводских условиях они отрабатывают биотехнологию подготовки производителей и получения молоди карпа и растительноядных видов рыб.

Тематика выпускных квалификационных работ студентов разнообразна, она демонстрирует как экологический подход к проведению учебно-исследовательских ихтиологических работ, так и решение вопросов искусственного воспроизводства гидробионтов и товарной аквакультуры.

Выпускники кафедры водных биоресурсов и аквакультуры Кубанского государственного университета в процессе обучения приобретают базовые навыки, включающие в себя элементы фундаментального и прикладного характера для практического применения. Они обладают высоким уровнем профессиональной подготовки и имеют возможность успешной деятельности в научной сфере, на предприятиях рыбохозяйственной отрасли и в организациях природоохранной направленности.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЧЕСКОГО РЫБОВОДСТВА В РОССИИ В КОНТЕКСТЕ НОВЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ, ПРАВОВЫХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Г.П. Шаляпин

Государственно-кооперативное объединение рыбного хозяйства (Росрыбхоз), г. Москва,
griha71@mail.ru

Понятие *органическое рыбоводство* (далее также – экоквакультура), как и *органическое* животноводство и сельское хозяйство, из года в год активно закладывается в сознание граждан нашей страны, вызывая их неподдельный интерес вместе с повышением спроса на экологически чистую пищевую продукцию.

В ряде стран приняты законы, иные правовые акты, стандарты, техрегламенты, бионормативы и просто рекомендации о ведении органического аграрного производства [Елюбаев, 2011; Минина, 2011], в том числе в сфере aquaculture. Этот необычный для нас термин широко используется в международной практике. Его можно дословно перевести как «мимикрирующая аквакультура», т.е. адаптированное под естественную среду обитания товарное рыбоводство, а проще говоря – органическая аквакультура.

Работа над проектом федерального закона «О производстве и обороте органической продукции (продукции органического производства) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» в России идет уже не первый год. В документе, помимо прочего, содержится дефиниция «аквакультура» и положения, касающиеся непосредственно производства и оборота экологически чистой рыбной продукции. Кроме того, данный законопроект предусматривает виды государственной поддержки и стимулирования данного направления деятельности вкупе с единым сельскохозяйственным производством [Шаляпин, 2017а].

В связи с этим возникает вопрос: а готовы ли будут отечественные рыбоводные хозяйства к осуществлению органической аквакультуры после принятия указанного законодательного акта? Будут ли они обеспечены в первую очередь рыбоводно-технологическими нормативами по содержанию, выращиванию и разведению гидробионтов в экоквакультуре. При этом необходимо принимать во внимание то, что рекомендации и более жесткие (обязательные в соблюдении) нормативы и требования, разработанные для классического товарного рыбоводства, уже не смогут использоваться в органической аквакультуре, поскольку для последней недопустима интенсификация производства, основанная на использовании селекционно-генетических достижений, ветеринарных препаратов и гонадотропных стимуляторов, а также удобрений, комбикормов и т.д., включая использование специальной техники и рыбоводного оборудования. По сути, экологическая аквакультура представляет собой возврат рыбоводного производства на уровень первобытной эпохи, хотя и она имеет право на существование и развитие на современном этапе по причине динамично повышающегося спроса на ее продукцию.

На фоне этого спорным могут показаться выводы авторитетных ученых о том, что состояние современной аквакультуры определяется применением в производстве инноваций, базирующихся на использовании научно-технических разработок, при котором в условиях конкуренции преимущество получают лишь предприятия, использующие новейшие биотехнологии [Богерук, 2006].

Только за последние три года в сфере рыбоводных биотехнологий был выполнен большой объем работ. За этот период в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений зарегистрированы новые востребованные породы рыб, такие как карп «Баттерфляй» (автор ФГБНУ «ВНИИПРХ»), африканский клариевый сом «Михайловский» (автор ООО «Инагробио»), подтвержденные патентами на селекционное достижение под № 7853 и 9064. Разработаны и внедрены в практику рыбоводно-технологические нормативы выращивания указанных объектов в условиях прудового и индустриального рыбоводства [Власов, 2016]. В настоящее время проводятся научные работы по доместикации и выведению пород линя, европейского сома (на базе ФГБНУ «ВНИИР»), вырезуба, (ЗАО СПХ «Липецккрыбхоз»), атлантического лосося (ПАО «Русское море – Аквакультура»), судака (ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ»), щуки (ФГБОУ ВО «Ярославская ГСХА»), баунтовского сига (ООО «Орфа») с одновременной разработкой биотехнологических нормативов по их содержанию и выращиванию, Часть из этих работ находится в завершающей стадии. Например, исследования по прудовому выращиванию щуки и сома обыкновенного [Маслова, 2013; Петрушин, 2016].

Однако, будут ли они востребованы в эоаквакультуре? Может быть, только отчасти, поскольку данный вид товарного рыбоводства предполагает сокращение рыбопродуктивности водоемов, отказ от больших плотностей посадок гидробионтов, возврат от племенных рыб к их изначальным диким видам. И это всё при том, что задача селекционно-племенной работы в аквакультуре, напротив, преследует цель повышения продуктивности рыб и других водных животных, а это уже противоречит принципам органического ведения сельского хозяйства. Правила органического агропроизводства отторгают высокотехнологичные условия и способы кормления и содержания объектов выращивания, что в промышленном животноводстве просто необходимо для поддержания структуры и показателей пород. Таким образом, порода и эоаквакультура, на наш взгляд, являются словами – антагонистами. А значит, такие востребованные в рыбоводстве НИР, как разработка мероприятий по обновлению и мобилизации генофонда растительноядных рыб, включая селекционно-племенные планы с белым и черным амурами, белым и пестрым толстолобиком, выполняемые в настоящее время ФГБОУ «Рязанский ГАУ» не найдут применения в эоаквакультуре.

Кроме того, все инновационные технологии направлены на создание условий промышленного производства рыбоводной продукции, т.к. именно массовое товарное рыбоводство способно накормить население, в связи с чем даже отдельные экологические и природоохранные задачи отходят на второй план. Те же прогрессивные наработки в области кормления рыб, полученные в рамках выполнения НИР на темы «Разработка рецептур полноценных комбикормов для теплолюбивых объектов рыбоводства Юга России с учетом нового перечня кормового сырья, поступающего на отечественные комбикормовые заводы», а также «Проведение исследований по оценке результативности использования белковых компонентов отечественного производства в комбикормах для ценных видов рыб и разработка нормы ввода новых белковых компонентов в полноценные комбикорма для объектов аквакультуры» (выполняемые в текущем году ФГБОУ «Саратовский ГАУ» и «Волгоградский ГАУ»), также не будут востребованы в органическом рыбоводстве.

Помимо указанного, в неконтролируемых условиях содержания водных животных в эоаквакультуре усиливается опасность распространения ветеринарных заболеваний, с которыми отечественным рыбоводным хозяйствам до настоящего времени удавалось эффективно бороться благодаря применению современных лечебно-профилактических препаратов в ходе выполнения противозооотических мероприятий. Примером тому может служить непростая ситуация с заболеваемостью рыб, сложившаяся на рыбхозах в текущем году, которая потребовала принятия оперативных мер для ее урегулирования [Шаляпин, 2017а]. В связи с этим, тема НИР по изучению нового для Российской Федерации очага описторхоза в Ленинградской области, выполняемая в настоящее время ФГБОУ «Санкт-Петербургская госакадемия ветеринарной медицины», будет как нельзя кстати, учитывая возросший интерес предпринимателей к пастбищной аквакультуре, которая более всех других видов рыбоводства подходит для осуществления органической аквакультуры.

Исходя из приведенных примеров и анализа возможностей развития эоаквакультуры в нашей стране, можно сделать вывод о том, что данное новое направление товарного рыбоводства должно развиваться только как составляющая пастбищного рыбоводства в тех регионах, где аграрный сектор не перегружен современными технологиями, а водные объекты, пригодные для рыборазведения, не подверглись чрезмерному антропогенному воздействию. К таковым можно отнести отдельные водоемы севера европейской части России и Кавказа, а также Урала, Сибири и Дальнего Востока. При этом сомнительным видятся перспективы для органического рыбоводства в южных, центральных и западных регионах нашей страны.

Вместе с тем, уже до принятия федерального закона о производстве и обороте органической сельхозпродукции необходимо акцентировать внимание отраслевой науки на разработку стратегии и генеральной схемы формирования (размещения) и дальнейшего развития эоаквакультуры в Российской Федерации. Результаты такой работы помогут скоординировать деятельность государственных органов власти в этом направлении, в том числе в части выработки правовых и управленческих решений в сфере аквакультуры, включая предложения по стимулированию производства продукции органического рыбоводства.

Немаловажным считаем своевременную подготовку научно-исследовательскими организациями (вне зависимости от их подведомственности) рыбоводно-технологических бионормативов по разведению, содержанию и выращиванию основных объектов аквакультуры, которые будут востребованы в органическом рыбоводстве. Эти нормативы необходимо утвердить в установленном порядке в виде правовых актов, имеющих соответствующие юридические последствия.

Наглядным примером являются действующие прудовые рыбоводно-технологические нормативы. В настоящее время при осуществлении прудового рыбоводства предприниматели руководствуются Рыбоводно-биологическими нормативами эксплуатации прудовых хозяйств, принятыми приказами Минрыбхоза СССР от 24.04.1985 № 241 и от 26.04.1985 № 254. В них предусмотрены требования к плотностям посадки рыбы в прудах в зависимости от биопродуктивности водоемов, возрастного и видового соотношения рыб в поликультуре, условий заполнения прудов водой и их сброса, иные нормы по рациональному рыборазведению, соблюдение

которых, в том числе, является гарантом выполнения рыбоводными хозяйствами экологических и иных природоохранных обязательств.

К сожалению, данные нормативы, как и многочисленные методические указания (не имеющие статуса правового акта) по товарному рыбоводству в озерах, морях, садках, УЗВ и прудах не могут быть применимы к производству продукции органической аквакультуры.

Многие, казалось бы, очевидные положения и рекомендации по ведению экоаквакультуры, требуют дискуссии и выработки единого понимания в научной и производственной среде. Например, необходимо ответить на следующие вопросы: правомерным ли будет выращивание в органическом рыбоводстве сиговых видов рыб с использованием органических гонадотропных препаратов, стимулирующих созревание половых продуктов; можно ли будет проводить инкубационную кампанию заводским экологическим методом; какие необходимо использовать экологические способы облова водоемов и предпродажной передержки рыбы; применимы ли в экоаквакультуре стандартные методики перевозки эмбрионов и живой рыбы; и т.д.

Без ответа на эти и многие другие вопросы невозможно осуществлять органическое товарное рыбоводство, а значит, нам предстоит большая работа в указанном направлении в ближайшее время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Богерук А.К. Биотехнологии в аквакультуре: теория и практика. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 232 с.
- Власов В.А. Сом клариевый африканский (*Clarias gariepinus burchell*): (биология, воспроизводство, выращивание). М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2016. 127 с.
- Любаев Ж.С. Проблемы правового обеспечения государственной политики в Казахстане // Мат-лы круглого стола «Правовое обеспечение единой государственной экологической политики Российской Федерации» (г. Москва, 11 апр. 2011 г.) / под ред. С.А. Боголюбова, Н.И. Хлуденевой. М.: Юстицинформ, 2011. С. 15–20.
- Маслова Н.И. Рыбоводно-биологическая оценка щуки – перспективного объекта поликультуры // Состояние и перспективы развития пресноводной аквакультуры: докл. Междунар. науч.-практ. конф. (г. Москва, 5–6 февр. 2013 г.). М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2013. С. 276–290.
- Минина Е.Л. «Экологическое сельское хозяйство» в России: проблемы становления // Мат-лы круглого стола «Правовое обеспечение единой государственной экологической политики Российской Федерации». М.: Юстицинформ, 2011. С. 108–112.
- Петрушин А.Б. Предварительные итоги результатов формирования маточных стад сома обыкновенного в ряде рыбоводных хозяйств России // Континентальная аквакультура – ответ вызовам времени: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. (г. Москва, 21–22 янв. 2016 г.). М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2016. Т. 2. С. 202–212.
- Шаляпин Г.П. О формировании основ правового регулирования органической аквакультуры в странах Евразийского экономического союза // Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения. 2017а. № 5. С. 128–136.
- Шаляпин Г.П. Производство продукции рыбоводства // Комбикорма. 2017б. № 9. С. 6–11.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Матишов Г.Г.</i> Ключевые достижения академической науки на Юге России. К 15-летию создания ЮНЦ РАН	5
<i>Очирова Н.Г.</i> Южный научный центр РАН и его роль в развитии науки Юга России (на примере Калмыкии)	17

Международный научный форум «ДОСТИЖЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ НА ЮГЕ РОССИИ»

Направление 1. Механика и математика природных и техногенных процессов и явлений, теория, методы и технологии создания новых материалов и полифункциональных соединений.	23
<i>Бабешко В.А., Евдокимова О.В., Бабешко О.М.</i> Метод блочного элемента. Обнаружение методом блочного элемента нового типа землетрясений, которые можно прогнозировать	23
<i>Бочарова О.В., Анджинович И.Е., Седов А.В., Калинин В.В.</i> Низкочастотный метод мониторинга состояния и структуры конструкций	26
<i>Ильина М.В., Ильин О.И., Блинов Ю.Ф., Агеев О.А.</i> Управляемые неравномерные деформации в ориентированных углеродных нанотрубках как основа создания перспективной электронной компонентной базы нанопьезотроники.	28
<i>Леви М.О., Белянкова Т.И.</i> Некоторые особенности динамики неоднородного преднапряженного электромагнитоупругого полупространства	32
<i>Лысак В.И., Кузьмин С.В.</i> Применение энергии взрыва для создания новых материалов.	34
<i>Новаков И.А., Ваниев М.А.</i> Достижения в области создания морозостойких эластомеров для освоения ресурсного потенциала Арктического шельфа	35
<i>Саяпин Ю.А., Гусаков Е.А., Зьонг Нгиа Банг, Ткачев В.В., Дороган И.В., Колодина А.А., Тураева И.О., Чан Дай Лам, Гусева А.А., Шилов Г.В., Алдошин С.М., Минкин В.И.</i> Новые методы синтеза биологически активных соединений трополонового ряда.	37
<i>Солодовник М.С., Балакирев С.В., Агеев О.А.</i> Эпитаксиальные гетероструктуры с самоорганизующимися наноструктурами АЗВ5 для перспективной элементной базы наноэлектроники и фотоники	40
<i>Широков В.Б., Тимошенко П.Е., Калинин В.В.</i> Управление свойствами тонких пленок при вынужденном пьезоэффekte	43
<i>Юрасов Ю.И., Мальцев А.Г., Тимошенко П.Е., Комарова Е.П., Назаренко А.В.</i> Насколько мы готовы избавиться от свинецсодержащих датчиков? (Обзор материалов и средств)	46
<i>Dubonosov A.D., Shepelenko E.N.</i> Synthesis, photochromic and chemosensor properties of indolyl(thienyl) maleimides with phenanthroline receptor.	49
<i>Shepelenko E.N., Dubonosov A.D.</i> Fluorescent dual-mode terpyridine/ <i>o</i> -hydroxyimine chemosensors	51
Направление 2. Многопроцессорные вычислительные и управляющие системы, мехатроника и процессы управления.	53
<i>Каляев И.А., Левин И.И.</i> Российские суперкомпьютеры с реконфигурируемой архитектурой	53
<i>Иванов В.А., Манилюк Ю.В., Санников В.Ф.</i> Особенности сейшевых течений в частично замкнутом бассейне ..	56
<i>Седов А.В., Липкин М.С., Онышко Д.А., Липкин С.М.</i> Новый физико-математический принцип маловозмущающих потенциостатических испытаний с редукцией измерений для встраиваемых средств оперативного онлайн-контроля параметров накопителей энергии автономных энергетических и транспортных систем.	59

Направление 3. Проблемы рационального природопользования и продовольственной безопасности в условиях недостаточного увлажнения, вопросы интегрированного управления природопользованием в крупных эколого-экономических системах	63
<i>Барбашин М.Ю.</i> Трагедия «общих ресурсов»: институциональные подходы к решению социальных дилемм	63
<i>Макаревич П.Р., Дружкова Е.И., Олейник А.А., Ларионов В.В.</i> Годовой цикл развития и продукционный потенциал пелагических альгоценозов прибрежных вод и фьордов Западного Шпицбергена	66
<i>Немцева Л.Д., Михайлов С.И.</i> Дистанционная оценка фитомассы естественных сухостепных ландшафтов.	67
<i>Панин П.Г., Тимирева С.Н., Кононов Ю.М., Янг Ш., Жианг В., Гуо Л., Назаров П.Р.</i> Новые данные изучения лёссово-почвенной формации юга Восточно-Европейской равнины по результатам исследования разреза Беглица-2017.	70
<i>Сушко К.С., Ильина Л.П.</i> Оценка степени деградации каштановых почв долины Маныча в современных условиях землепользования	73
<i>Филатова Т.Б., Алёшина Е.Г., Клещенков А.В.</i> Особенности гидрохимических характеристик вод озера Маныч-Гудило	76
Направление 4. Технологии разведки и освоения минерально-ресурсного и биоресурсного потенциала горных и аридных территорий, морских побережий и шельфов	79
<i>Aroutiounian R.M., Gabrielyan B.K., Matishov G.G., Bulysheva N.I., Shokhin I.V., Simonyan A.E., Asatryan V.L.</i> Revealing different types of water pollution of Lake Sevan basin river mouths and littoral zone by genotoxic and hydrobiological methods	79
Направление 5. Современные подходы к проблеме сохранения биоразнообразия морских и наземных экосистем юга России: изучение их адаптаций к изменениям климата	83
<i>Ермолаев А.И., Рыбцова В.В.</i> К экологии кобчика (<i>Falco vespertinus</i>) в элементе экологической инфраструктуры на юге России	83
<i>Калмыков Н.П.</i> О золотом веке кайнозойских млекопитающих на юге Русской платформы	85
<i>Магомедов М.-Р.Д., Рабазанов Н.И.</i> Ресурсный потенциал и приоритеты экологических исследований на Каспии в современный период	88
<i>Рожнов В.В., Магомедов М.-Р.Д., Эрнандес-Бланко Х.А., Добрынин Д.В., Ячменникова А.А., Насрулаев Н.И., Магомедов М.М.</i> Анализ потенциальных местообитаний и перспективы выпуска переднеазиатского леопарда на территории Республики Дагестан.	92
<i>Савицкий Р.М.</i> Морские птицы Азово-Черноморского бассейна	97
<i>Светличный Д.А.</i> Новые высокоэффективные светоизлучающие материалы для OLED на основе 2-[1-(нафтил-2-окси)винил]хинолинов	98
<i>Стахеев В.В., Панасюк Н.В.</i> Мелкие млекопитающие дельты р. Дон	100
<i>Янина Т.А., Свиточ А.А.</i> Оценка антропогенной трансформации малакофауны Каспийского моря	103
<i>Янина Т., Сорокин В., Безродных Ю., Болиховская Н., Романюк Б.</i> Эволюция природной среды Северного Каспия в условиях глобальных климатических изменений	106
Направление 6. Биоресурсы и аквакультура южных морей России, интенсивные технологии выращивания и сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов рыб	109
<i>Кононенко С.И., Крымов В.Г., Юрина Н.А., Максим Е.А., Данилова А.А.</i> Аквакультура: альтернатива импортным кормам в осетроводстве	109

Направление 7. Информационные технологии и математические модели в естественных, общественных и гуманитарных науках, методы предупреждения и прогнозирования опасных и экстремальных явлений природного, техногенного и социально-политического характера на Юге России	112
<i>Инжебейкин Ю.И.</i> Некоторые результаты океанологических исследований южных морей, в которых участвовали выпускники и студенты кафедры океанологии ЮФУ	112
<i>Коротаев Г.К.</i> Состояние и перспективы развития систем морских прогнозов	117
<i>Кузнецов А.С., Иванов В.А., Морозов А.Н., Маньковская Е.В.</i> Технология исследования динамики прибрежных вод как элемент кризисного мониторинга природной среды	120
<i>Кулыгин В.В.</i> Учет пространственного и временного взаимовлияния группы опасных природных явлений.	122
<i>Латышева И.В., Латышев С.В., Лощенко К.А., Макухин В.Л., Щерблякин А.С.</i> Циркуляционные факторы погодных и климатических аномалий на юге России в начале XXI в.	125
<i>Малков А.В., Помеляйко И.С.</i> Методика прогнозирования баланса подземных вод в сложных гидрогеологических условиях	128
<i>Потемкин В.Л., Оболкин В.А., Макухин В.Л.</i> Экспериментальные исследования и численное моделирование процессов распространения и трансформации аэрозолей и газовых примесей на юге Восточной Сибири. ...	132
<i>Рыбак О.О., Рыбак Е.А.</i> Математическое моделирование снегонакопления и таяния ледника Джанкуат (Центральный Кавказ)	135
<i>Челпанова Д.Д.</i> Использование ГИС-технологий в изучении протестной активности населения: постановка проблемы	138
<i>Чикин А.Л., Клещенков А.В., Чикина Л.Г.</i> Математическая модель сгонно-нагонных колебаний уровня воды устьевой области Дона и прогноз влияния Багаевского гидроузла на морфометрию русла ...	140
<i>Чуклина Э.Ю.</i> Уход от критериев криминализации – причина неэффективного уголовного закона	143
Направление 8. Исследование эпигенетических механизмов онтогенеза в норме и при развитии патологий, физиологических и поведенческих адаптивных реакций животных и человека на воздействия факторов разной природы	146
<i>Архипова О.Е., Черногубова Е.А., Куролан С.А., Епринцев С.А.</i> Анализ прогностического потенциала показателя медико-экологической безопасности (НЕС) на примере Воронежской области	146
<i>Вербицкий Е.В.</i> Сон – адаптация теплокровных к жизни на Земле	149
<i>Тарасов В.А.</i> Роль эпигенетических изменений генома в инициации и развитии злокачественных опухолей человека	152
<i>Тютякина М.Г., Махоткин М.А., Набока А.В., Черкасова Е.Н., Тарасов В.А.</i> МикроРНК, участвующие в контроле гормональной зависимости клеток рака простаты	153
<i>Чеботарев Д.А., Махоткин М.А., Набока А.В., Тютякина М.Г., Тарасов В.А.</i> Идентификация и анализ механизма действия микроРНК, ассоциированных с радиорезистентностью клеток гормон-независимой линии рака простаты	155
<i>Черногубова Е.А., Коган М.И., Чибичян М.Б.</i> Маркеры клинически агрессивных форм рака предстательной железы	159
Направление 9. Региональная экономика и конфликтология, военная история и проблемы безопасности южных регионов страны в условиях глобализации и геополитической трансформации, археология и историко-культурное наследие народов Юга России	163
<i>Авксентьев В.А.</i> Конфликтологические сценарии Юга России: экономика, политика, тенденции.	163
<i>Афанасенко В.И.</i> Минский тупик: итоги противостояния и варианты выхода из кризиса на Юго-Востоке Украины	166
<i>Венков А.В.</i> Донские казаки – южный бастион России.	168
<i>Внукова Л.Б.</i> Зарубежные исследования о роли сообществ в противодействии экстремистской идеологии и терроризму	171
<i>Гапуров Ш.А., Бугаев А.М.</i> Военная история как ресурс воспитания патриотов Отечества.	174

<i>Горюшина Е.М.</i> Политическая нестабильность: двухмерный и многомерный подходы к изучению.	176
<i>Гревцова Т.Е.</i> Хлеб как элемент предметного кода свадьбы в Урюпинском районе Волгоградской области (по материалам этнолингвистических экспедиций ЮФУ – ЮНЦ РАН).	179
<i>Дмитриева Н.В.</i> Поиск пути мирного сосуществования: Кавказ в либеральной модели устройства Российского государства в начале XX в.	182
<i>Завьялова О.О.</i> Взгляды К.Д. Кавелина на польский вопрос в период общественно-политической «оттепели» 1850-х гг.	184
<i>Иванова С.Ю.</i> Проблемы обеспечения национальной безопасности на Северном Кавказе	187
<i>Ильюков Л.С.</i> К вопросу о верованиях древних пастухов бронзового века: бронзовый солярный глаз и костяной молоточек.	189
<i>Кринко Е.Ф.</i> Регламентированное продовольственное снабжение на юге РСФСР в годы Великой Отечественной войны (1941–1945).	192
<i>Крот М.Н.</i> Основные тенденции изучения национальной политики России имперского периода в современной историографии	195
<i>Лепилкина О.И.</i> Образ Ставропольского края в информационном пространстве России: зона неблагополучия.	197
<i>Митрофанова И.В., Колодько Н.С.</i> Кластеризация как формат реиндустриализации регионального хозяйственного комплекса.	199
<i>Семёнов В.С.</i> Становление и развитие частных военных компаний России	202
<i>Скорородова В.П.</i> Выборы в процессах и механизмах легитимации региональной власти (на примере субъектов Юга России).	205
<i>Старокожева Г.И.</i> Эффективность функционирования транспортной системы как фактор устойчивого развития региональной экономики	208
<i>Тарасова Т.Т.</i> Современный этнический состав населения Крыма	211
<i>Урушадзе А.Т.</i> Терское казачество в конце XIX – начале XX в.: сословная обособленность и ее последствия. ...	214
<i>Шульга М.М.</i> Технологии противодействия терроризму в молодежной среде глазами молодежи.	216

**Международная молодежная научная конференция
«ОКЕАНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ФАКТЫ, МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА»
памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова**

Направление 1. Эволюция прибрежных и морских экосистем в условиях климатических изменений: историческое прошлое и современные тенденции.	221
<i>Григоренко К.С., Хартиев С.М.</i> Исследования кинематических характеристик внутренних волн в Центральной Атлантике в 2014–2015 гг.	221
<i>Дворецкий А.Г., Дворецкий В.Г.</i> Динамика численности и промыслового запаса камчатского краба Баренцева моря в связи с климатическими факторами	222
<i>Ишкулова Т.Г., Пастухов И.А.</i> Гидрохимические наблюдения в Баренцевом море (ноябрь – декабрь 2015 года).	225
<i>Ковалева Г.В., Дюжова К.В., Золотарева А.Е.</i> Микропалеонтологические исследования и биостратиграфия древне- и новоазовских отложений Азовского моря	228
<i>Пахомов М.В.</i> Адаптации цветового зрения настоящих тюленей к обитанию в условиях прибрежных и морских экосистем на примере серых и гренландских тюленей	232
<i>Поротов А.В., Мысливец В.И., Янина Т.А.</i> Развитие побережья Керченского пролива в условиях изменений уровня моря и климата в позднем голоцене	235
<i>Свистунова Л.Д.</i> Состав и развитие планктонных коловраток в подледный период в Азовском море	237
<i>Яицкая Н.А., Лычагина Ю.М.</i> Основные этапы создания «Атласа зимних кумулятивных опасных природных явлений Каспийского моря в XX–XXI вв.»	240

Направление 2. Опасные процессы и экстремальные явления в прибрежной зоне	243
<i>Богданова В.Д., Кислицына Л.В., Кику П.Ф.</i> Оценка микробиологических показателей морской воды рекреационных мест Амурского и Уссурийского заливов Японского моря	244
<i>Иванов В.А., Шульга Т.Я., Пластун Т.В.</i> Численное исследование параметров захваченных волн в районе Анатолийского побережья Чёрного моря	246
<i>Коротун В.А., Иошпа А.Р.</i> Пространственно-временная изменчивость температуры воздуха и осадков в бассейне р. Северский Донец	250
<i>Кулыгин В.В., Дашкевич Л.В., Герасюк В.С.</i> Возникновение дефицита кислорода в водах Таганрогского залива при различных гидрометеорологических ситуациях	253
<i>Лебедева В.А., Иошпа А.Р.</i> Практическое применение информации сети автоматизированных МРЛ	256
<i>Магаева А.А., Яицкая Н.А.</i> Типизация зим по степени суровости в Каспийском регионе	258
<i>Третьякова И.А., Яицкая Н.А.</i> Рассмотрение характеристик ветра над Северным Каспием в зимний период 1950–2015 гг. как основной причины возникновения мультиопасных природных явлений	261
<i>Чикин А.Л., Клещенков А.В., Чикина Л.Г.</i> Математическая модель процесса изменения солёности в Таганрогском заливе при штормовых нагонах	263
Направление 3. Биоразнообразие морских и прибрежных экосистем	267
<i>Венгер М.П., Макаревич П.Р., Жичкин А.П.</i> Микробные сообщества зоны баренцевоморского полярного фронта в августе 2009 и 2010 гг.	267
<i>Глущенко Г.Ю.</i> Предварительные результаты исследования современного состояния фитопланктона Таганрогского залива	271
<i>Дворецкий В.Г., Дворецкий А.Г.</i> Зоопланктон атлантической водной массы Баренцева моря	273
<i>Дикаева Д.Р.</i> Распределение сообществ полихет в районе Западного Шпицбергена (декабрь 2015 г.)	276
<i>Миронюк С.Г., Мысливец В.И., Иванова А.А.</i> Флюидогенный морфолитогенез на морском дне (на примере морей, омывающих берега России)	278
<i>Мысливец В.И.</i> Рельеф морского дна и биоразнообразие	281
<i>Олейников Е.П.</i> Результаты маршрутных наблюдений за китообразными в северо-восточной части Чёрного моря и Керченском проливе в 2015 г.	284
<i>Степаньян О.В.</i> Макроводоросли-эндемики Чёрного и Азовского морей	286
<i>Терсков Е.Н., Шохин И.В.</i> Состав и распределение беспозвоночных супралиторали Бейсугского лимана	286
<i>Усягина И.С., Воскобойников Г.М., Макаров М.В., Ильин Г.В., Салахов Д.О.</i> Биосорбция радионуклидов водорослями-макрофитами из морской воды (на примере <i>Fucus vesiculosus</i>)	290
<i>Широколобова Т.И., Венгер М.П., Жичкин А.П., Пастухов И.А.</i> Бактериопланктон и факторы среды высокоширотных районов Баренцева моря в апреле 2016 г.	293
Направление 4. Контактный и дистанционный мониторинг	297
<i>Багаев А.В., Маркова Н.В., Пластун Т.В.</i> Глубоководная динамика Чёрного моря: измерения и анализ	297
<i>Бирюкова С.В., Булышева Н.И., Савикин А.И., Семин В.Л.</i> Донные сообщества Таганрогского залива летом 2017 г.	299
<i>Булавина А.С.</i> Качество речных вод и их воздействие на водную среду Баренцева и Белого морей	302
<i>Григоренко К.С., Олейников Е.П., Глинка В.В., Клещенков А.В.</i> Распределение поля солёности в Таганрогском заливе по данным экспедиций НИС «Денеб» в 2017 г.	305
<i>Гудимов А.В.</i> Двустворчатые моллюски Нижнего Дона – потенциальные биоиндикаторы, объекты оперативного биомониторинга	307
<i>Милутка М.С., Соьер В.Г.</i> Распределение растворённого органического углерода в водах р. Дон и Таганрогского залива	308
<i>Польшин В.В., Костюков В.А.</i> Пространственное распределение $C_{орг.}$ в современных донных отложениях Азовского моря	311

Направление 5. Опыт и перспективы использования ГИС-технологий и математического моделирования в изучении морских и наземных экосистем.....	315
<i>Авакова А.Г., Сердюк Л.В., Беспалова Л.А.</i> Районирование Азово-Черноморского побережья Ростовской области и Краснодарского края по степени возникновения опасных погодных явлений.....	315
<i>Багаев А.В., Лукьянова А.Н., Иванов В.А., Залесный В.Б.</i> Бароклинные сейшевые колебания в динамике Чёрного моря по результатам численного моделирования.....	318
<i>Епринцев С.А., Шекоян С.В.</i> Технологии геоинформационного моделирования в изучении городских экосистем.....	319
<i>Запорожцев И.Ф., Моисеев Д.В.</i> Верификация температурных полей в северо-восточной части Азовского моря по данным модели MITGCM и <i>in situ</i>	321
<i>Кочергин В.С., Кочергин С.В.</i> Идентификация входных параметров модели переноса пассивной примеси в Азовском море.....	325
<i>Кулыгин В.В.</i> Оценка уязвимости объектов для опасных природных процессов на основе метода анализа иерархий.....	326
<i>Лебедева Н.В.</i> Стратегия управления ресурсами водоплавающих птиц на юге Европейской России.....	329
<i>Сердюк Л.В., Беспалова Л.А., Плетенева В.И.</i> Районирование Азово-Черноморского побережья Ростовской области и Краснодарского края по медико-географическим показателям с помощью ГИС.....	330
<i>Цыганкова А.Е., Шевердяев И.В., Бердников С.В., Сорокина В.В.</i> Моделирование миграции соединений тяжелых металлов в дельте Дона.....	334
<i>Шевердяев И.В.</i> Оценка влияния инженерных преобразований русла р. Адагум на прохождение экстремальных дождевых паводков.....	337

**Всероссийская научная конференция
«АКВАКУЛЬТУРА: МИРОВОЙ ОПЫТ И РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ»**

<i>Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н.</i> Современные биотехнологии аквакультуры Юга России.....	343
Направление 1. Состояние биотехнологий аквакультуры России и практическое использование мирового опыта.....	346
<i>Александрова У.С., Матишов К.Д.</i> Исследование роста и развития африканского клариевого сома (<i>Clarias gariepinus</i>) при выращивании в зарегулированных условиях среды.....	346
<i>Балябо С.Ю., Карасева Т.А.</i> Современное состояние аквакультуры в Заполярье.....	348
<i>Бородина А.В.</i> Особенности накопления каротиноидов некоторыми черноморскими моллюсками-фильтраторами <i>in vivo</i>	351
<i>Воскобойников Г.М., Макаров М.В., Голяк И.В.</i> Аквакультура ламинарии в Баренцевом море: проблемы биологические и экономические.....	353
<i>Гридина Т.С., Александрова У.С., Кузов А.А., Матишов К.Д.</i> Инновационная биотехнология выращивания объектов аквакультуры и сельскохозяйственных растений с применением биопрепарата в искусственно сформированной системе этажного типа.....	355
<i>Козлов В.И.</i> Производство камбалы-калкан (тюрбо): китайский опыт.....	357
<i>Махоткин М.А., Фалеева Т.Г., Чеботарев Д.А., Тютякина М.Г., Коваленко М.В., Пономарева Е.Н., Корниенко И.В.</i> Влияние условий хранения образцов крови осетровых рыб на сохранность ДНК.....	359
<i>Молчанова К.А., Хрусталева Е.И.</i> Особенности роста и выживаемости второй генерации ремонтно-маточного стада радужной форели в УЗВ.....	362
<i>Морузи И.В., Пищенко Е.В.</i> Сложности ведения племенной работы со стадами рыб в современной России... 365	365
<i>Пономарев С.В., Куракин И.В., Михайличенко Д.В., Федоровых Ю.В., Ширина Ю.М., Сергеева Ю.В., Лукьянович С.А.</i> Полноценные комбикорма для тилапии, выращиваемой в промышленных условиях.....	368
<i>Рачек Е.И.</i> Расширение спектра объектов аквакультуры России за счет ценных видов рыб амурского комплекса.....	371
<i>Симонов В.М., Виноградов Е.В.</i> Оценка производителей сибирского осетра по стрессоустойчивости потомства на эмбриональной стадии развития.....	374

<i>Хрусталева Е.И., Молчанова К.А., Курапова Т.М.</i> Полициклические технологии выращивания рыбы в установках замкнутого водоснабжения	376
<i>Чернышова Ю.С., Прохорова Н.Ю., Гон Р.Т., Савина Н.Т., Галанин Д.А.</i> Перспективы марикультуры приморского гребешка (<i>Mizuhopecten yessoensis</i>) в заливе Анива (Охотское море)	379
<i>Чжао Чжюань.</i> Будущее Китая – современное экологическое рыбоводство	380
<i>Шакирова Ф.М., Северов Ю.А.</i> Состояние естественного воспроизводства сазана (<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758) Куйбышевского водохранилища и роль искусственного воспроизводства в сохранении и увеличении его запасов в водоеме	384
Направление 2. Состояние воспроизводства водных биоресурсов, восстановление методами аквакультуры	388
<i>Балыкин П.А., Куцын Д.Н.</i> Современное осолонение Азовского моря и перспективы рыбного хозяйства.	388
<i>Бухмин Д.А.</i> Исследование ихтиофауны юго-западной части Чёрного моря в осенне-зимний период.	391
<i>Валова В.Н.</i> Оценка качества молоди амурских осетровых рыб, выпускаемой рыбоводными заводами Хабаровского края и ЕАО	393
<i>Киреева И.Ю., Терещенко А.С.</i> Рыбоводно-биологические результаты проведения нерестовой кампании с впервые нерестующими самками русского осетра	398
<i>Кокоза А.А.</i> Экология и проблемы Нижнего Поволжья.	400
<i>Коляда М.Н., Осипова В.П., Берберова Н.Т., Милаева Е.Р.</i> Использование фосфорсодержащего фенола для повышения жизнеспособности спермиев осетровых рыб	403
<i>Макаров М.В., Рыжик И.В., Воскобойников Г.М.</i> Выбор объектов для санитарной аквакультуры, или <i>Fucus vesiculosus</i> vs терминатор: шансы на выживание	406
<i>Моисеева Е.В.</i> Ремонтно-маточное стадо черноморской кумжи <i>Salmo trutta labrax</i> ООО «Лаура»: прошлое, настоящее, будущее	409
<i>Новоселова Н.В., Туркулова В.Н.</i> Особенности кормления молоди черноморского калкана <i>Psetta maotica</i> (Pallas, 1814) в промышленных условиях.	412
<i>Новоселова Н.В., Туркулова В.Н.</i> Рост и питание ранней молоди пиленгаса <i>Liza haematocheilus</i> (Temminck et Schlegel, 1845) = <i>Mugil soiyu</i> (Basilewsky, 1855) при различных абиотических факторах	416
<i>Пиркова А.В., Ладыгина Л.В.</i> Увеличение продукционных характеристик промысловых моллюсков генетическими методами и оптимизацией условий культивирования	419
<i>Пронина Г.И., Петрушин А.Б.</i> Жизнестойкость эмбрионов, полученных при скрещивании карпа разных пород	421
<i>Сергеева В.А.</i> Результаты проведения нереста и инкубации икры судака <i>Sander lucioperca</i> в экспериментальных условиях	424
<i>Старцев А.В., Корчунов А.А., Чипинов В.Г., Савицкая С.С., Грабчак Н.Ю.</i> Размерно-возрастные показатели леща на промысловых участках дельты Волги в 2010–2012 гг.	425
<i>Судакова Н.В., Васильева Л.М.</i> Состояние продукционных стад осетровых рыб на рыбоводных заводах по искусственному воспроизводству Астраханской области	428
<i>Тажбаева Д.С., Коваленко М.В.</i> Выращивание пиленгаса в аквариальном комплексе ЮНЦ РАН	432
<i>Тихомиров А.М.</i> Корректировка методики криоконсервации половых продуктов осетровых рыб Нижней Волги при создании маточного стада	433
<i>Фирсова А.В.</i> Криоконсервация яйцеклеток белорыбицы с использованием ДМСО и глицерина в качестве компонентов криопротектора	435
Направление 3. Ресурсный потенциал аквакультуры, экологические методы	437
<i>Белая М.М.</i> Сохранение биоразнообразия водных экосистем методами низкотемпературного консервирования	437
<i>Пономарева Е.Н., Ильина Л.П., Соколова Т.А., Сушко К.С., Кузов А.А., Польшина Т.Н.</i> Перспективы использования аквапонии для получения экологически чистой продукции в аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения	440

<i>Рябушко В.И., Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В., Лисицкая Е.В., Рябушко Л.И., Щуров С.В.</i>	
Перспективы развития марикультуры моллюсков на Чёрном море	443
<i>Филиппова О.П., Зуевский С.Е., Сафронов А.С., Ёжкин М.А.</i> Зависимость дифференцировки пола у гибридов осетровых рыб от температуры инкубации икры	446
Направление 4. Перспективные методы и технические средства для современной аквакультуры, корма и кормопроизводство	451
<i>Абросимова Н.А., Матишов Г.Г., Абросимова К.С., Абросимова Е.Б.</i> Оценка различных технологий выращивания бестера по содержанию жирных кислот в мышцах	451
<i>Акуленко Н.С., Глебова И.В.</i> Результаты исследований основных физико-химических показателей микроводоросли <i>Spirulina platensis</i> производства НПО «Биосоляр МГУ» МГУ им. М.В. Ломоносова	454
<i>Бахарева А.А., Грозеску Ю.Н., Сергеева Ю.В.</i> Оценка эффективности выращивания осетровых рыб на комбикормах с добавкой на основе продуктов глубокой переработки крабов	457
<i>Бойко Н.Е., Ружинская Л.П., Войкина А.В.</i> Тиреоидные гормоны и их значение для аквакультуры	459
<i>Бубунец Э.В., Лабенец А.В., Жигин А.В.</i> Комбинированные инъекции – эффективный метод стимулирования созревания осетровых рыб	461
<i>Владимиров В.С., Грозеску Ю.Н., Гайфуллина Э.А.</i> Опыт применения альтернативных аппаратов для инкубации икры осетровых рыб	464
<i>Кадникова И.А., Мокрецова Н.Д.</i> Показатели биологических испытаний кормов на основе анфельции и зостеры для молоди трепанга	465
<i>Красильникова А.А., Тихомиров А.М.</i> Инновационные подходы к криоконсервации репродуктивных клеток рыб	469
<i>Кулыгин В.В., Коваленко М.В., Тажбаева Д.С.</i> Систематизация и компьютерная обработка данных о состоянии рыбоводного хозяйства	471
<i>Москул Г.А., Абрамчук А.В., Пашинова Н.Г.</i> Современное состояние и перспективы развития пастбищного рыбоводства в Краснодарском крае	474
<i>Мухачев И.С.</i> Перспективы пастбищного озерного рыбоводства на юге Западно-Сибирской равнины	477
<i>Облущинская Е.Д., Клиндух М.П., Даурцева А.В.</i> Современные тенденции технологии переработки и биохимическая характеристика морских беспозвоночных (камчатский краб, морской еж)	480
<i>Рогов А.М., Кадникова И.А., Аминина Н.М.</i> Применение ферментированной сахарины японской в кормах для молоди трепанга	483
<i>Харчук И.А., Береговая Н.М.</i> Изменение биохимических компонентов морской микроводоросли <i>Tetraselmis viridis</i> при длительном хранении в морозильной камере	487
Направление 5. Физиология и охрана здоровья гидробионтов	490
<i>Валова В.Н.</i> Физиологические показатели как индикаторы влияния окружающей среды на организм молоди амурских осетровых рыб	490
<i>Гераскин П.П., Металлов Г.Ф., Григорьев В.А., Яицкая М.В., Корчунов А.А.</i> Физиолого-биохимические закономерности созревания самок осетровых рыб	493
<i>Казарникова А.В., Шестаковская Е.В., Тришина А.В., Галеотти М., Манзано М.</i> О причинах гибели карпа (<i>Cyprinus carpio</i>) в прудах на юге России	496
<i>Карасева Т.А., Голикова Л.Н., Прищепина А.С.</i> Результаты ихтиопатологического мониторинга форелевых хозяйств Мурманской области	499
<i>Ковалева А.В., Металлов Г.Ф.</i> Влияние среды обитания на физиологический статус осетровых рыб	502
<i>Козоца А.А., Алымов Ю.В., Ахмеджанова А.Б., Мибуро З.</i> Сравнительная оценка морфофизиологических показателей производителей и потомства русского осетра и его гибридных форм с сибирским видом	505
<i>Нгуен Тхи Хонг Ван, Пономарев С.В., Федоровых Ю.В., Дорджиев Б.У.</i> Изучение гематологических показателей разновозрастных групп речного окуня (<i>Perca fluviatilis</i>) в искусственных условиях	507

<i>Пахомов М.В., Зайцев А.А., Трошичев А.Р., Степанов С.Ю., Литвинов Ю.В., Заволока П.А.</i> Опыт адаптации и подготовки настоящих тюленей к проведению экспериментальных работ на аквакомплексах ММБИ КНЦ РАН.....	509
Направление 6. Перспективы развития фермерского рыбоводства	513
<i>Безверхий В.А., Коваленко М.В., Сусь П.П., Абсалямов Р.Б.</i> Влияние температурного градиента на рост тиларии <i>Tilapia</i>	513
<i>Дронова Н.В.</i> Некоторые особенности летнего содержания маточного стада сиговых рыб в садках в условиях Южного Урала	515
<i>Магомаев Ф.М., Шайхулисламов А.О., Гаджимусаев Н.М.</i> Особенности развития осетроводства на ООО «Ширококольский рыбокомбинат».....	516
<i>Старцева М.Л., Кабенюк Д.Г.</i> Организация ракоразводной фермы с использованием теплоизоляционных конструкций.....	518
<i>Старцева М.Л., Савенко А.В.</i> Получение молоди серого морского ежа <i>Strongylocentrotus intermedius</i> (Agassiz, 1863) в лабораторных условиях	521
<i>Старцева М.Л., Шубникова Е.А.</i> Разработка экспериментальной установки «Аквивибросито» для сортировки молоди гигантской устрицы <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793)	522
Направление 7. Потенциал развития биотехнологий аквакультуры в стране на основе государственной поддержки соединения фундаментальной академической и вузовской науки, прикладных исследований и бизнес-структур	528
<i>Абрамчук А.В., Пашинова Н.Г., Москул Г.А.</i> Подготовка рыбохозяйственных кадров в Кубанском государственном университете	525
<i>Шаляпин Г.П.</i> Перспективы органического рыбоводства в России в контексте новых биотехнологических, правовых и управленческих решений	527

CONTENTS

<i>Matishov G.G.</i> The key achievements of academic research in the South of Russia. On the 15-year establishment anniversary of SSC RAS	5
<i>Ochirova N.G.</i> The Southern Scientific Centre RAS and its role in the development of science in the South of Russia (Kalmykia being exemplified)	17

International Scientific Forum «ACHIEVEMENTS OF ACADEMIC SCIENCE IN THE SOUTH OF RUSSIA»

Research Direction 1. Mechanics and mathematics of natural and technogenic processes and phenomena, theory, methods and technology of development of new materials and poly-functional compounds.....	23
<i>Babeshko V.A., Evdokimova O.V., Babeshko O.M.</i> The method of block element. Determination of a new type of earthquakes, which might be forecast, by the method of block element.....	23
<i>Bocharova O.V., Andzhikovich I.E., Sedov A.V., Kalinchuk V.V.</i> Low-frequency method of monitoring the state and structure of constructions	26
<i>Il'ina M.V., Il'in O.I., Blinov Yu.F., Ageev O.A.</i> Controlled uneven deformations in oriented carbon nanotubes as the basis of development of perspective electronic component base of nanopiezotronics	28
<i>Levi M.O., Belyankova T.I.</i> Some specific features of dynamics of heterogeneous pre-stressed electromagnetoelastic semi-space	32
<i>Lysak V.I., Kuz'min S.V.</i> Application of explosion energy for the development of new materials.....	34
<i>Novakov I.A., Vaniev M.A.</i> Achievements in the development of frost-resisting elastomers to exploit the resource potential of the Arctic shelf	35
<i>Sayapin Yu.A., Gusakov E.A., Zyong Ngia Bang, Tkachev V.V., Dorogan I.V., Kolodina A.A., Tupaeva I.O., Chan Dai Lam, Guseva A.A., Shilov G.V., Aldoshin S.M., Minkin V.I.</i> New methods of synthesis of biologically active compounds of a tropolone series.....	37
<i>Solodovnik M.S., Balakirev S.V., Ageev O.A.</i> Epitaxial heterostructures with self-organized A3B5 nanostructures for a perspective element base of nanoelectronics and photonics	40
<i>Shirokov V.B., Timoshenko P.E., Kalinchuk V.V.</i> Control over the properties of thin films in case of a forced piezoeffect....	43
<i>Yurasov Yu.I., Mal'tsev A.G., Timoshenko P.E., Komarova E.P., Nazarenko A.V.</i> How ready are we to get rid of lead-containing sensors?	46
<i>Dubonosov A.D., Shepelenko E.N.</i> Synthesis, photochromic and chemosensor properties of indolyl(thienyl) maleimides with phenanthroline receptor.....	49
<i>Shepelenko E.N., Dubonosov A.D.</i> Fluorescent dual-mode terpyridine/ <i>o</i> -hydroxyimine chemosensors	51
Research Direction 2. Multi-processor computing and control systems, mechatronics, and control processes	53
<i>Kalyaev I.A., Levin I.I.</i> The Russian super-computers with a reconfigured architecture	53
<i>Ivanov V.A., Manilyuk Yu.V., Sannikov V.F.</i> Specific features of seiche currents in a partially enclosed water body (basin)	56
<i>Sedov A.V., Lipkin M.S., Onyshko D.A., Lipkin S.M.</i> A new physical-mathematical principle of little disturbing potentiostatic tests with a reduction of measurements for embedded means of operative online-control over the parameters of energy accumulators of autonomous energetic and transport systems	59
Research Direction 3. The problems of sustainable nature exploitation and food security under the conditions of insufficient moisture, the issues of an integrated management of nature exploitation within large ecologic-economic systems	63
<i>Barbashin M.Yu.</i> The tragedy of «common resources»: institutional approaches to the solution of social dilemmas.....	63

<i>Makarevich P.R., Druzhkova E.I., Oleinik A.A., Larionov V.V.</i> Annual development cycle and production potential of pelagic algalenoses of coastal waters and fjords of Western Spitsbergen	66
<i>Nemtseva L.D., Mikhailov S.I.</i> A remote assessment of phyto-weight of natural dry steppe landscapes	67
<i>Panin P.G., Timireva S.N., Kononov Yu.M., Yang Sh., Jiang V., Guo L., Nazarov P.R.</i> New research data on loess-soil formation of the South of East European Plain according to the results of study on the Beglitsa-2017 Transect ...	70
<i>Sushko K.S., Il'ina L.P.</i> Assessment of degradation degree of Chestnut soil of the Manych valley under the current land use conditions	73
<i>Filatova T.B., Alyoshina E.G., Kleshchenkov A.V.</i> Specific features of hydro-chemical characteristics of the waters of Manych-Gudilo Lake	76
Research Direction 4. Survey and exploitation technologies of mineral- and bio-resources' potential of mountainous and arid territories, seacoasts, and shelf areas	79
<i>Aroutiounian R.M., Gabrielyan B.K., Matishov G.G., Bulysheva N.I., Shokhin I.V., Simonyan A.E., Asatryan V.L.</i> Revealing different types of water pollution of Lake Sevan Basin river mouths and littoral zone by genotoxic and hydrobiological methods	79
Research Direction 5. Modern approaches to the conservation problem of biodiversity of marine and terrestrial ecosystems of the South of Russia: the study of their adaptation to climate changes ...	83
<i>Ermolaev A.I., Rybtsova V.V.</i> On the ecology of red-footed falcon (<i>Falco vespertinus</i>) in the element of ecological infrastructure in the South of Russia	83
<i>Kalmykov N.P.</i> About the Golden Age of the Cainozoic mammals in the South of the Russian Platform	85
<i>Magomedov M.-R.D., Rabazanov N.I.</i> Resource potential and priorities of ecological studies in the Caspian in the current period	88
<i>Rozhnov V.V., Magomedov M.-R.D., Ernandes-Blanco Kh.A., Dobrynin D.V., Yachmennikova A.A., Nasrulaev N.I., Magomedov M.M.</i> Analysis of potential habitats and release prospects of the Caucasian leopard (or Persian leopard or Central Asian leopard) on the territory of the Republic of Dagestan	92
<i>Savitskiy R.M.</i> Seabirds of the Sea of Azov – Black Sea Basin	97
<i>Svetlichnyi D.A.</i> New high-efficient light-emitting materials for OLED based on 2-[(1-(naphthalen-2-yl)styryl)]quinolines	98
<i>Stakheev V.V., Panasyuk N.V.</i> Small mammals of the Don Delta	100
<i>Yanina T.A., Svitoch A.A.</i> Assessment of anthropogenic transformation of the Caspian Sea malacofauna	103
<i>Yanina T., Sorokin V., Bezrodnykh Yu., Bolikhovskaya N., Romanyuk B.</i> Evolution of the natural environment of the Northern Caspian under the conditions of global climatic changes	106
Research Direction 6. Bio-resources and aquaculture in the southern seas of Russia, intensive technologies of cultivation and preservation of rare and endangered fish species	109
<i>Kononenko S.I., Krymov V.G., Yurina N.A., Maksim E.A., Danilova A.A.</i> Aquaculture: an alternative to imported feeds in sturgeon fish species breeding	109
Research Direction 7. Information technologies and mathematical models in natural and social sciences and humanities, the methods of warning and forecast of hazardous and extreme phenomena of natural, technogenic and socio-political character in the South of Russia	112
<i>Inzhebeikin Yu.I.</i> Some results of oceanological studies of the southern seas with participation of the graduate and undergraduate students of the Department of Oceanology of the SFU	112
<i>Korotaev G.K.</i> The state and development prospects of sea forecasts' system	117
<i>Kuznetsov A.S., Ivanov V.A., Morozov A.N., Man'kovskaya E.V.</i> The technology of study of the coastal waters' dynamics as an element of crisis monitoring of the natural environment	120
<i>Kulygin V.V.</i> Consideration of spatial and temporal inter-influence of a group of hazardous natural phenomena. ...	122

<i>Latysheva I.V., Latyshev S.V., Loshchenko K.A., Makukhin V.L., Shcheblykin A.S.</i> Circulation factors of weather and climate anomalies in the South of Russia in the early 21 st century	125
<i>Malkov A.V., Pomelyaiko I.S.</i> The forecast methods of underground water balance under complex hydro-geological conditions.	128
<i>Potemkin V.L., Obolkin V.A., Makukhin V.L.</i> Experimental studies and numerical modelling of distribution and transformation processes of aerosols and gas admixtures in the South of Eastern Siberia	132
<i>Rybak O.O., Rybak E.A.</i> Mathematic modelling of snow accumulation and melting of the Dzhankuat Glacier (the Central Caucasus)	135
<i>Chelpanova D.D.</i> Application of GIS-technologies when studying the protest activity of population: positing the issue	138
<i>Chikin A.L., Kleshchenkov A.V., Chikina L.G.</i> Mathematic simulation of water level surge-tidal fluctuations in the Don River mouth area and the forecast of influence of the Bagaevsky hydro-electric power development on the morphometry of the river channel	140
<i>Chuklina E.Yu.</i> Leaving criminalization criteria aside – the reason for ineffective criminal law	143
Research Direction 8. The study of epigenetic mechanisms of ontogenesis in the norm and during the development of pathologies, of physiological and behavioural adaptive reactions of animals and humans to the impact of factors of various natures.....	146
<i>Arhipova O.E., Chernogubova E.A., Kurolap S.A., Eprintsev S.A.</i> Analysis of prognostic potential of an index of health-ecological security (HES) with Voronezh Region being exemplified.	146
<i>Verbitskiy E.V.</i> Sleep – an adaptation of warm-blooded ones to the life on the Earth.....	149
<i>Tarasov V.A.</i> The role of epigenetic changes of genome in the initiation and development of human malignant tumours.....	152
<i>Tyutyakina M.G., Makhotkin M.A., Naboka A.V., Cherkasova E.N., Tarasov V.A.</i> MicroRNAs participating in the control over hormone dependence of prostate cancer cells.....	153
<i>Chebotaev D.A., Makhotkin M.A., Naboka A.V., Tyutyakina M.G., Tarasov V.A.</i> Identification and analysis of action mechanism of microRNAs associated with radioresistance of cells of hormone-independent line of prostate cancer.....	155
<i>Chernogubova E.A., Kogan M.I., Chibichyan M.B.</i> Markers of clinically aggressive forms of prostate cancer	159
Research Direction 9. Regional economy and conflictology, war history, and problems of security of the southern regions of the country under the conditions of globalization and geopolitical transformation, archaeology and historical-cultural heritage of the peoples of the South of Russia	163
<i>Avksent'ev V.A.</i> Conflictological scenarios in the South of Russia: economics, politics, and trends	163
<i>Afanasenko V.I.</i> The Minsk deadlock: results of confrontation and variants of way out of crisis in the South-East of Ukraine	166
<i>Venkov A.V.</i> The Don Cossacks – the southern bastion of Russia	167
<i>Vnukova L.B.</i> Foreign studies on the role of communities in countering extremist ideology and terrorism	171
<i>Gapurov Sh.A., Bugaev A.M.</i> The war history as the resource of up-bringing the patriots of the native land.....	174
<i>Goryushina E.M.</i> Political instability: bi-dimensional and multi-dimensional approaches to the study	176
<i>Grevtsova T.E.</i> Bread as an element of wedding object code in Uryupinsk District of Volgograd Region (based on the materials of ethno-linguistic expeditions of SFU – SSC RAS).....	179
<i>Dmitrieva N.V.</i> Searching for the way of peaceful coexistence: the Caucasus in the liberal model of the Russian state system and structure in the early 20 th century.....	182
<i>Zav'yalova O.O., K.D.</i> Kavelin's views of the Polish issue during the period of public-political «thaw» of the 1850s..	184
<i>Ivanova S.Yu.</i> The problems of national security ensuring in the Northern Caucasus.....	187
<i>Il'yukov L.S.</i> On the issue of beliefs of the Bronze Age herdsman and shepherds: the bronze solar eye and a small bone hammer	189
<i>Krinko E.F.</i> Regulated food provision in the south of RSFSR during the years of the Great Patriotic War (1941–1945)...	192

<i>Krot M.N.</i> The main trends of studies on the ethnic policy of Russia of the imperial period in contemporary historiography	195
<i>Lepilkina O.I.</i> The image of Stavropol Krai in the informational space of Russia: the zone of low well-being and troubles	197
<i>Mitrofanova I.V., Kolod'ko N.S.</i> Clusterization as a reindustrialization format of the regional economic complex.	199
<i>Semenov V.S.</i> Formation and development of private military companies in Russia.	202
<i>Skorokhodova V.P.</i> Elections in the processes and mechanisms of legitimization of the regional authorities (the subjects of the South of Russia being exemplified).	205
<i>Starokozheva G.I.</i> The efficiency of transport system functioning as a factor of sustainable development of the regional economy.	208
<i>Tarasova T.T.</i> The current ethnic composition of the population of the Crimea	211
<i>Urushadze A.T.</i> The Terek Cossacks in the late 19 th – early 20 th centuries: the social estate insulation and its consequences.	214
<i>Shul'ga M.M.</i> Terrorism counteraction technologies in the youth environment as perceived by the young	216

International Youth Scientific Conference
«OCEANOLOGY IN THE XXI CENTURY: CONTEMPORARY FACTS, MODELS, METHODS, AND MEANS»
in memory of Corresponding-Member RAS D.G. Matishov

Research Direction 1. Evolution of coastal and marine ecosystems under the conditions of climatic changes: historical past and contemporary trends.	221
<i>Grigorenko K.S., Khartiev S.M.</i> The studies on kinematic characteristics of the inner waves in the Central Atlantic in 2014–2015	221
<i>Dvoretzkiy A.G., Dvoretzkiy V.G.</i> Dynamics of abundance and commercial stock of the Kamchatka (red king) crab in the Barents Sea in connection with climatic factors	222
<i>Ishkulova T.G., Pastukhov I.A.</i> Hydro-chemical observations in the Barents Sea (November – December 2015).	225
<i>Kovaleva G.V., Dyuzhova K.V., Zolotareva A.E.</i> Micro-paleontological studies and biostratigraphy of ancient and new Azov deposits in the Sea of Azov	228
<i>Pakhomov M.V.</i> Adaptation of colour sight of real seals to living under the conditions of coastal and marine ecosystems (with gray and Greenland seals being exemplified)	232
<i>Porotov A.V., Myslivets V.I., Yanina T.A.</i> Development of the Kerch Strait coast under the conditions of sea level and climate changes in the Late Holocene	235
<i>Svistunova L.D.</i> Composition and development of plankton rotifers in the under-ice period in the Sea of Azov ...	237
<i>Yaitskaya N.A., Lychagina Yu.M.</i> The main stages of development of «The Atlas of Winter Cumulative Dangerous Natural Phenomena in the Caspian Sea in the 20 th – 21 st centuries»	240
Research Direction 2. Dangerous processes and extreme phenomena in the coastal zone.	243
<i>Bogdanova V.D., Kislitsyna L.V., Kiku P.F.</i> Assessment of micro-biological indices of seawater of recreational sites of the Amur and Ussuri Bays of the Sea of Japan	243
<i>Ivanov V.A., Shul'ga T.Ya., Plastun T.V.</i> Numerical study of parameters of trapped waves in the area of the Black Sea Anatolian coast	246
<i>Korotun V.A., Ioshpa A.R.</i> Spatial-temporal variability of air temperature and sediments in the basin of the Seversky Donets River.	250
<i>Kulygin V.V., Dashkevich L.V., Gerasyuk V.S.</i> Occurrence of oxygen deficiency in the Taganrog Bay waters in different hydro-meteorological situations.	253
<i>Lebedeva V.A., Ioshpa A.R.</i> Practical application of information from the automated net of MRS.	256
<i>Magaeva A.A., Yaitskaya N.A.</i> Typization of winters by the degree of severity in the Caspian Region.	258

<i>Tret'yakova I.A., Yaitskaya N.A.</i> Consideration of wind characteristics over the Northern Caspian in the winter period of 1950–2015 as the main cause of multi-hazardous natural phenomena occurrence.....	261
<i>Chikin A.L., Kleshchenkov A.V., Chikina L.G.</i> Mathematical model of salinity change process in the Taganrog Bay during the storm surges	263
Research Direction 3. Biodiversity of marine and coastal ecosystems	267
<i>Wenger M.P., Makarevich P.R., Zhichkin A.P.</i> Microbial communities of the Barents Sea polar front zone in August 2009 and 2010	267
<i>Glushchenko G.Yu.</i> Preliminary research results of the current state of the Taganrog Bay phytoplankton	271
<i>Dvoretzkiy V.G., Dvoretzkiy A.G.</i> Zooplankton of the Barents Sea Atlantic water mass.....	273
<i>Dikaeva D.R.</i> Distribution of Polychaeta communities in the area of Western Spitsbergen (December 2015)	276
<i>Mironyuk S.G., Myslivets V.I., Ivanovaa A.A.</i> Fluidogenic morpholithogenesis at the sea bottom (following the example of seas washing the coasts of Russia).....	278
<i>Myslivets V.I.</i> The relief of sea bottom and biodiversity	281
<i>Oleinikov E.P.</i> The results of en route whales' observations in the North-Eastern Black Sea and the Kerch Strait in 2015.....	284
<i>Stepan'yan O.V.</i> Macro-algae-endemics of the Black Sea and the Sea of Azov	286
<i>Terskov E.N., Shokhin I.V.</i> Composition and distribution of invertebrates of supra-littoral areas of the Beisug Liman	288
<i>Usyagina I.S., Voskoboynikov G.M., Makarov M.V., Il'in G.V., Salakhov D.O.</i> Bio-sorption of radionuclides by algae-macrophytes from seawater (<i>Fucus vesiculosus</i> being exemplified)	290
<i>Shirokolobova T.I., Wenger M.P., Zhichkin A.P., Pastukhov I.A.</i> Bacterioplankton and the environment factors of the Barents Sea high-latitude areas in April 2016.....	293
Research Direction 4. Contact and remote monitoring	297
<i>Bagaev A.V., Markova N.V., Plastun T.V.</i> Deepwater dynamics of the Black Sea: changes and analysis	297
<i>Biryukova S.V., Bulysheva N.I., Savikin A.I., Semin V.L.</i> Bottom communities of the Taganrog Bay in summer 2017 ...	299
<i>Bulavina A.S.</i> The quality of river water and its impact on the aquatic environment of the Barents and White Seas ...	302
<i>Grigorenko K.S., Oleinikov E.P., Glinka V.V., Kleshchenkov A.V.</i> Distribution of a salinity field in the Taganrog Bay according to RV <i>The Deneb</i> cruise data of 2017	305
<i>Gudimov A.V.</i> Bivalves of the Lower Don – potential bio-indicators, objects of operative bio-monitoring.....	307
<i>Milutka M.S., Soier V.G.</i> Distribution of dissolved organic carbon in the Don River and Taganrog Bay waters	308
<i>Pol'shin V.V., Kostyukov V.A.</i> Spatial distribution of C_{opr} in contemporary bottom sediments of the Sea of Azov	311
Research Direction 5. Application practices and prospects of GIS-technologies and mathematical modelling to study marine and terrestrial ecosystems	315
<i>Avakova A.G., Serdyuk L.V., Bepalova L.A.</i> The division into areas of the Sea of Azov – Black Sea coast of Rostov Region and Krasnodar Krai by the degree of hazardous weather phenomena occurrence.....	315
<i>Bagaev A.V., Luk'yanova A.N., Ivanov V.A., Zalesnyi V.B.</i> Baroclinic seiche fluctuations in the Black Sea dynamics according to the results of numerical modelling.....	318
<i>Eprintsev S.A., Shekoyan S.V.</i> Technologies of geo-informational modelling in the studies of urban ecosystems....	319
<i>Zaporozhtsev I.F., Moiseev D.V.</i> Verification of temperature fields in the North-Eastern Sea of Azov according to the MITGCM model data and <i>in situ</i>	321
<i>Kochergin V.S., Kochergin S.V.</i> Identification of entry parameters of a model of passive admixture transport in the Sea of Azov.....	325
<i>Kulygin V.V.</i> Assessment of vulnerability of objects in case of hazardous natural processes based on the hierarchy analysis method	326

<i>Lebedeva N.V.</i> Strategy of waterfowl resources management in the south of European Russia	329
<i>Serdyuk L.V., Bepalova L.A., Pleteneva V.I.</i> The zoning of the Sea of Azov – Black Sea coast of Rostov Region and Krasnodar Krai according to medical-geographical indices applying the GIS	330
<i>Tsygankova A.E., Sheverdyayev I.V., Berdnikov S.V., Sorokina V.V.</i> Migration modelling of heavy metals' 334compounds in the Don Delta	334
<i>Sheverdyayev I.V.</i> Impact assessment of engineering transformations of the Adagum river bed on the run of severe rain floods.....	337

**All-Russian Scientific Conference Aquaculture:
WORLD PRACTICES AND RUSSIAN DEVELOPMENTS**

<i>Matishov G.G., Ponomareva E.N., Sorokina M.N.</i> Modern aquaculture biotechnologies in the South of Russia	343
Research Direction 1. The Status of Aquaculture Biotechnologies in Russia and Application of the World Practices	346
<i>Aleksandrova U.S., Matishov K.D.</i> The study of growth and development of African catfish (<i>Clarias gariepinus</i>) cultivated in regulated environments	346
<i>Balyabo S.Yu., Karaseva T.A.</i> The current state of aquaculture in the Russian Polar Region	348
<i>Borodina A.V.</i> Specific features of carotenoids' accumulation by some Black Sea mollusks-filterers <i>in vivo</i>	351
<i>Voskoboinikov G.M., Makarov M.V., Golyak I.V.</i> Aquaculture of laminaria in the Barents Sea: biological and economic problems.....	353
<i>Gridina T.S., Aleksandrova U.S., Kuzov A.A., Matishov K.D.</i> Innovative biotechnology of growing aquaculture objects and agricultural crops applying a biological preparation in an artificially formed vertical type system....	355
<i>Kozlov V.I.</i> The production of Black Sea turbot (kalkan): Chinese practice	357
<i>Makhotkin M.A., Faleeva T.G., Chebotarev D.A., Tyutyakina M.G., Kovalenko M.V., Ponomareva E.N., Kornienko I.V.</i> The influence of storage conditions of sturgeon fish species' blood samples on the preservation of DNA.....	359
<i>Molchanova K.A., Khrustalev E.I.</i> Specific features of growth and survival of the second generation of rainbow trout broodstock in RAS	362
<i>Moruzi I.V., Pishchenko E.V.</i> The complexity of the management of breeding activities with stocks of fish in modern Russia	365
<i>Ponomarev S.V., Kurakin I.V., Mikhailichenko D.V., Fedorovykh Yu.V., Shirina Yu.M., Sergeeva Yu.V., Luk'yanovich S.A.</i> A full combined feed for tilapia grown under industrial conditions.....	368
<i>Rachek E.I.</i> The expansion of the range of aquaculture objects in Russia at the expense of valuable fish species of the Amur complex	371
<i>Simonov V.M., Vinogradov E.V.</i> Rating of Siberian sturgeon breeders by offspring's stress resistance at the embryonic stage of development	374
<i>Khrustalev E.I., Molchanova K.A., Kurapova T.M.</i> Polycyclic technologies of fish cultivation in recirculation aquaculture systems (RAS).....	376
<i>Chernysheva Yu.S., Prokhorova N.Yu., Gon R.T., Savina N.T., Galanin D.A.</i> Prospects of mariculture of Japanese scallop (<i>Mizuhopecten yessoensis</i>) in the Aniva Bay (the Sea of Okhotsk).....	379
<i>Zhiyuan Zhao.</i> China's future – the environmental fisheries.....	380
<i>Shakirova F.M., Severov Yu.A.</i> The status of natural reproduction of carp (<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758) in the Kuybyshev water storage reservoir and the role of artificial reproduction in the maintenance and increase of its stocks in the water body	384
Research Direction 2. The Status of Reproduction of Aquatic Biological Resources, Restoration by Aquaculture Methods.....	388
<i>Balykin P.A., Kutsyn D.N.</i> Current salinization of the Sea of Azov and prospects of fisheries	388
<i>Bukhmin D.A.</i> The study of ichthyofauna of the South-Western Black Sea in the autumn-winter period	391

<i>Valova V.N.</i> Quality assessment of Amur sturgeon juveniles released by hatcheries of Khabarovsk Krai and the Jewish Autonomous Oblast (JAO)	393
<i>Kireeva I.Yu., Tereshchenko A.S.</i> Fish-breeding and biological results of spawning campaign for the first time spawning females of the Russian sturgeon	398
<i>Kokoza A.A.</i> Ecology and problems of the Lower Volga Region	400
<i>Kolyada M.N., Osipova V.P., Berberova N.T., Milaeva E.R.</i> The application of phosphorus-containing phenol to enhance the vitality of sturgeon species' sperm.....	403
<i>Makarov M.V., Ryzhik I.V., Voskoboinikov G.M.</i> The objects' selection for sanitary aquaculture or <i>Fucus vesiculosus</i> vs the terminator: the chances of survival	406
<i>Moiseeva E.V.</i> Repair-brood stock of the Black Sea salmon <i>Salmo trutta labrax</i> of JSE Laura: past, present, future... ..	409
<i>Novoselova N.V., Turkulova V.N.</i> Specific features of feeding of juveniles of the Black Sea turbot <i>Psetta maeutica</i> (Pallas, 1814) under industrial conditions.....	412
<i>Novoselova N.V., Turkulova V.N.</i> The growth and diet of early juveniles of the haarder <i>Liza haematocheilus</i> (Temminck et Schlegel, 1845) = <i>Mugil soiuy</i> (Basilewsky, 1855) under different abiotic factors.....	416
<i>Pirkova A.V., Ladygina L.V.</i> The increase in production characteristics of commercial shellfish by genetic methods and optimization of cultivation conditions.....	419
<i>Pronina G.I., Petrushin A.B.</i> The viability of embryos produced by crossing common carps of different breeds	421
<i>Sergeeva V.A.</i> The results of spawning and incubation of eggs of pike-perch <i>Sander lucioperca</i> under experimental conditions.....	424
<i>Startsev A.V., Korchunov A.A., Chipinov V.G., Savitskaya S.S., Grabchak N.Yu.</i> Size-age indicators of bream in the fishing areas of the Volga Delta in 2010–2012	425
<i>Sudakova N.V., Vasil'eva L.M.</i> The status of sturgeon production stocks at hatcheries with artificial reproduction in Astrakhan Region	428
<i>Tazhbaeva D.S., Kovalenko M.V.</i> The cultivation of haarder (so-iuy mullet) at the SSC RAS aquacomplex	432
<i>Tikhomirov A.M.</i> Adjustment of the cryopreservation technique of the Lower Volga Region sturgeon species' gametes when developing a broodstock.....	433
<i>Firsova A.V.</i> Inconnu oocyte cryopreservation applying DMSO and glycerol as cryoprotectant's components	435
Research Direction 3. Resource Potential of Aquaculture, Ecological Methods.....	437
<i>Belaya M.M.</i> The conservation of biodiversity of aquatic ecosystems with the methods of low temperature preservation	437
<i>Ponomareva E.N., Il'ina L.P., Sokolova T.A., Sushko K.S., Kuzov A.A., Pol'shina T.N.</i> Prospects of the use of aquaponics for the production of environmentally friendly products in aquaculture at recirculation aquaculture systems.....	440
<i>Ryabushko V.I., Kholodov V.I., Pirkova A.V., Ladygina L.V., Lisitskaya E.V., Ryabushko L.I., Shchurov S.V.</i> Prospects for the development of mollusk mariculture in the Black Sea	443
<i>Filippova O.P., Zuevskiy S.E., Safronov A.S., Yozhkin M.A.</i> The dependence of sex differentiation of sturgeon species' hybrids on the temperature of eggs' incubation	446
Research Direction 4. Advanced Methods and Technical Means for Modern Aquaculture, Feed and Fodder Production.....	451
<i>Abrosimova N.A., Matishov G.G., Abrosimova K.S., Abrosimova E.B.</i> Evaluation of various technologies of bester cultivation by the content of fatty acids in muscles.....	451
<i>Akulenko N.S., Glebova I.V.</i> The research results of the main physico-chemical parameters of microalga <i>Spirullina platensis</i> by NPO "Biosolar MSU" of the M.V. Lomonosov MSU	454
<i>Bakhareva A.A., Grozesku Yu.N., Sergeeva Yu.V.</i> Evaluation of efficiency of sturgeon species' cultivation with the feed additive based on crabs' deep processing	457
<i>Boiko N.E., Ruzhinskaya L.P., Voikina A.V.</i> Thyroid hormones and their importance for aquaculture.....	459

<i>Blunets E.V., Labenets A.V., Zhigin A.V.</i> Combined injections are an effective method of stimulation of the maturation of sturgeon species.	461
<i>Vladimirov V.S., Grozesku Yu.N., Gaifullina E.A.</i> Practice of application of alternative devices for the sturgeon eggs' incubation.	464
<i>Kadnikova I.A., Mokretsova N.D.</i> Indicators of biological testing of feed on the basis of ahnfeltia and eelgrass for juvenile sea cucumber.	465
<i>Krasil'nikova A.A., Tikhomirov A.M.</i> Innovative approaches to cryopreservation of reproductive cells of fish.	469
<i>Kulygin V.V., Kovalenko M.V., Tazhbaeva D.S.</i> Systematization and computer processing of data on the state of fish farming and cultivation.	471
<i>Moskul G.A., Abramchuk A.V., Pashinova N.G.</i> Current state and prospects of development of pasture-based fish farming in Krasnodar Krai.	474
<i>Mukhachev I.S.</i> The prospects for pasture lacustrine fish farming in the South of the West Siberian Plain.	477
<i>Obluchinskaya E.D., Klindukh M.P., Daurtseva A.V.</i> Modern trends in processing technology and biochemical characteristics of marine invertebrates (Kamchatka crab, sea urchin).	480
<i>Rogov A.M., Kadnikova I.A., Aminina N.M.</i> Application of fermented Japanese saccharin in feeds for juvenile sea cucumber (trepan)	483
<i>Kharchuk I.A., Beregovaya N.M.</i> Changes in biochemical components of marine microalga <i>Tetraselmis viridis</i> during long-term storage in the freezer.	487
Research Direction 5. Physiology and Health Protection of Hydrobionts.	490
<i>Valova V.N.</i> Physiological parameters as indicators of environmental influence on an organism of juvenile Amur sturgeon.	490
<i>Geraskin P.P., Metallov G.F., Grigor'ev V.A., Yaitskaya M.V., Korchunov A.A.</i> Physiological and biochemical regularities of the female sturgeon fish species' maturation.	493
<i>Kazarnikova A.V., Shestakovskaya E.V., Trishina A.V., Galeotty M., Manzano M.</i> On the causes of death of the carp (<i>Cyprinus carpio</i>) in ponds in the South of Russia.	496
<i>Karaseva T.A., Golikova L.N., Prishchepa A.S.</i> Results of ichthyopathological monitoring of trout farms of Murmansk Region.	499
<i>Kovaleva A.V., Metallov G.F.</i> The influence of the habitat on the physiological status of sturgeon species.	502
<i>Kokoza A.A., Alymov Yu.V., Akhmedzhanova A.B., Miburo Z.</i> Comparative assessment of morphological and physiological indicators of Russian sturgeon breeders and offspring and its hybrid forms with the Siberian sturgeon species.	505
<i>Nguyen Thi Hong Van, Ponomarev S.V., Fedorovykh Yu.V., Dordzhiev B.U.</i> The study of hematological parameters in different age groups of river perch (<i>Perca fluviatilis</i>) in vitro.	507
<i>Pakhomov M.V., Zaitsev A.A., Troshichev A.R., Stepanov S.Yu., Litvinov Yu.V., Zavoloka P.A.</i> Practice of adaptation and training of real seals to conduct experimental activities at MMBI KSC RAS aquacomplexes.	509
Research Direction 6. Prospects for the Development of Fish Farming.	513
<i>Bezverkhny V.A., Kovalenko M.V., Sus' P.P., Absalyamov R.B.</i> The effect of temperature gradient on the growth of tilapia <i>Tilapia</i>	513
<i>Dronova N.V.</i> Some specific features of summer maintenance of white fish broodstock in cages under the conditions of the Southern Ural Region.	515
<i>Magomayev F.M., Shaikhulislamov A.O., Gadzhimusaev N.M.</i> Specific features of development of sturgeon breeding at JSE Shirokolski Fish Integrated Plant.	516
<i>Startseva M.L., Kabenok D.G.</i> Organization of crayfish farm with heat-insulating constructions.	518
<i>Startseva M.L., Savenko A.V.</i> Obtaining of juveniles of grey sea urchin <i>Strongylocentrotus intermedius</i> (Agassiz, 1863) under laboratory conditions.	521

<i>Startseva M.L., Shubnikova E.A.</i> Development of experimental installation "Aquavibrosito" to sort juveniles of the giant oyster <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793).....	522
Research Direction 7. Development Potential of Aquaculture Biotechnologies in the Country Based on the State Support of Uniting of the Basic Academic and University Science, Applied Research, and Business Structures.....	525
<i>Abramchuk A.V., Pashinova N.G., Moskul G.A.</i> Training of fisheries personnel at the Kuban State University	525
<i>Shalyapin G.P.</i> Prospects for organic fish farming in Russia in the context of new biotechnological, legal, and management solutions.....	527

Научное издание

**МАТЕРИАЛЫ НАУЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ,
ПРИУРОЧЕННЫХ К 15-ЛЕТИЮ
ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК:**

**МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО ФОРУМА
«ДОСТИЖЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ
НА ЮГЕ РОССИИ»**

**МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ОКЕАНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ:
СОВРЕМЕННЫЕ ФАКТЫ, МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА»
ПАМЯТИ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН Д.Г. МАТИШОВА**

**ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«АКВАКУЛЬТУРА:
МИРОВОЙ ОПЫТ И РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ»**

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ, 13–16 ДЕКАБРЯ 2017 Г.

Техническая редакция: А.С. Бабаева, А.В. Стахеева, С.А. Шестак, А.А. Яковлева

Оригинал-макет: Н.В. Лункина, И.В. Кубеш

Перевод: Р.Г. Михалюк

Дизайн обложки: А.В. Коржов

Подписано в печать 04.12.2017
Формат 60 × 90/8. Печать офсетная
Бумага офсетная. Тираж 300 экз.
Усл.п.л. 68,5

Издательство ЮНЦ РАН
344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41
Тел. (863) 250-98-21



Отпечатано в типографии DSM
ИП Лункина Н.В. Св-во № 002418081
г. Ростов-на-Дону, ул. Седова, 9, тел. (863) 263-57-66
E-mail: dsmgroup@mail.ru