Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт морских биологических исследований
имени А.О. Ковалевского РАН

ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ - 2015

Тезисы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых

(с международным участием)
по проблемам водных экосистем

Севастополь
17 - 20 ноября 2015 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»

PONTUS EUXINUS
ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ : IX

Тезисы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых

«*Pontus Euxinus* 2015»

(с международном участием)
по проблемам водных экосистем,
посвященной 100-летию со дня рождения
д.б.н., проф., чл.-кор. АН УССР
В. Н. Грезе

Севастополь
2015

УДК 574(063)
ББК 28.080.3я4
Р 82

«Pontus Euxinus 2015» : тезисы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых (с международным участием) по проблемам водных экосистем, посвященной 100-летию со дня рождения д.б.н., проф., чл.-кор. АН УССР В. Н. Грезе (17-20 ноября 2015 г.). – Севастополь: DigitPrint, 2015. – 215 с.

ISBN 978-5-905277-59-7

В сборник вошли тезисы докладов молодых ученых из России, Абхазии, Молдовы и Украины, охватывающие проблемы изучения процессов и явлений в морских и пресноводных экосистемах; рационального природопользования и устойчивого развития прибрежной зоны морей и океанов; биотехнологии и биофизики; санитарной и технической гидробиологии; физиологии гидробионтов; радиохемоэкологии и экологической безопасности.

Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и молодых ученых, работающих в области физиологической, биохимической, биофизической и радиационной экологии, зоологии и ботаники, систематики и санитарной биологии.

УДК 574(063)
ББК 28.080.3я4

Тезисы опубликованы с сохранением авторской редакции

ISBN 978-5-905277-59-7
©Авторы тезисов, 2015
©ФГБУН «ИМБИ имени А.О. Ковалевского РАН», 2015

ОРГАНИЗАТОР:

СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»

пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011, Россия
ibss@inbox.ru

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА
Куратор Совета молодых ученых ФГБУН ИМБИ, заместитель директора ФГБУН ИМБИ по научной работе, к.б.н. -
Боровков Андрей Борисович

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ОРГКОМИТЕТА
Председатель Совета молодых ученых ФГБУН ИМБИ -
Родина Елена Андреевна

СОСТАВ ОРГКОМИТЕТА:

Тихонова Елена	Ефимова Татьяна
Соловьева Ольга	Баяндина Юлия
Ковалева Маргарита	Ревкова Татьяна
Челебиева Элина	Малахова Татьяна
Горбунова Светлана	Новикова Татьяна
Дорошенко Юлия	Подзорова Дарина
Миронов Олег	Авсиян Анна
Водясова Екатерина	Макаров Михаил

Разработка и оформление сборника:
Родина Елена, Ревкова Татьяна, Ковалева Маргарита, Баяндина Юлия, Горбунова Светлана

Компьютерный дизайн:
Баяндина Юлия, Родина Елена, Муханов Владимир, Смирнов Дмитрий

При финансовой поддержке:

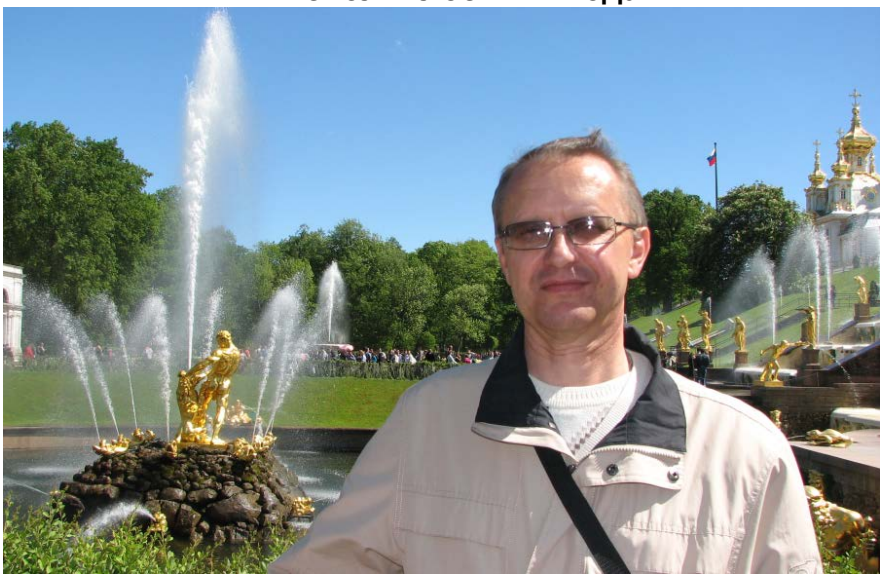
ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»
ФГБУ «Российский фонд фундаментальных исследований», проект № 15-34-10513
Общество с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательское объединение "Марикультура"

Персональная благодарность:

Гулину Сергею Борисовичу – Вр.и.о. директора ФГБУН ИМБИ, д.б.н, профессору
Токареву Юрию Николаевичу – научному руководителю ФГБУН ИМБИ, д.б.н., профессору
Боровкову Андрею Борисовичу – заместителю директора ФГБУН ИМБИ по научной работе, куратору СМУ ФГБУН ИМБИ, к.б.н.
Мильчаковой Наталии Афанасьевне – заместителю директора ФГБУН ИМБИ по научной работе, к.б.н.
Гаевской Альбине Витольдовне – председателю редакционного совета ФГБУН ИМБИ, д.б.н., профессору
Шенявскому Дмитрию Евгеньевичу – Председателю совета директоров ООО «НИО Марикультура»
Кравцовой Алле Мильевне – директору Севастопольского аквариума-музея

Благодарим за содействие в организации конференции:
ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН»
Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе
Севастопольский аквариум-музей

Институту морских биологических исследований исполнилось 144 года.



Гулин С.Б., д.б.н., профессор
Вр.и.о. директора ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь.

В 2015 году Федеральному государственному бюджетному учреждению науки «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН» исполнилось 144 года.

Институт создан в 1963 г. на базе Севастопольской, Одесской и Карадагской биологических станций стараниями чл.-корр. АН УССР, проф. В.А. Водяницкого. Как по месторасположению, так и по своему научному потенциалу Институт явился прямым наследником всемирно известной Севастопольской биологической станции (СБС), основанной в далеком 1871 г. по инициативе выдающихся ученых Н.Н. Миклухо-Маклая и А.О. Ковалевского. Ее создание было вызвано необходимостью изучения флоры и фауны Черного моря, систематизации наблюдений над периодическими изменениями физических факторов морской среды, составления и

хранения коллекций гидробионтов и предоставления возможности для научных исследований приезжим специалистам.

В стенах СБС были сделаны открытия, важные для развития океанографии. История становления СБС связана с именами выдающихся биологов, положивших начало систематическим гидробиологическим исследованиям в акватории Черного и Азовского морей: А.О. Ковалевского, В.Н. Ульянина, А.А. Остроумова, С.М. Переяславцевой, Н.И. Андрусова, В.И. Палладина, Н.В. Насонова, В.В. Заленского, Л.И. Якубовой, С.А. Зернова, В.А. Водяницкого, Н.В. Морозовой - Водяницкой.

По инициативе А.О. Ковалевского в 1891 г. СБС была переведена в ведение Академии наук России, что упрочило ее положение, как научного учреждения и расширило возможности исследований. В 1897г. на Приморском бульваре г. Севастополя было построено специальное здание Станции, в котором Институт размещается и сегодня, с экспериментальными и аквариальными помещениями и публичным морским аквариумом.

В 1963 г. Постановлением Совета Министров и Постановлением Комитета по координации научно-исследовательских работ СССР, Президиум АН УССР утвердил: “В соответствии с планом развития научно-исследовательских работ в области морской гидробиологии создать в составе Отделения общей биологии Институт биологии южных морей АН УССР на базе Севастопольской, Одесской и Карадагской биологических станций с центром в г. Севастополе”.

Преобразование Станции в Институт позволило значительно расширить спектр и масштабы научных исследований, привлечь высококвалифицированных специалистов различных направлений. Наряду с традиционными исследованиями в области систематики, морфологии гидробионтов, гидрологии и гидрохимии Черного моря и других морей средиземноморского бассейна в Институте началось экспериментальное исследование физиологии, биологии и экологии морских организмов, продуктивности и динамики морских экосистем. Появились новые перспективные фундаментальные и прикладные направления исследований, такие как радиационная и химическая биология, морская санитарная гидробиология, марикультура, биотехнология, биофизическая экология. Расширилась география исследований: от Арктики до Антарктики.

К началу 80-х годов XX столетия Институт с отделениями насчитывал 800 сотрудников и являлся одним из крупнейших мировых научных центров, проводивший крупномасштабные исследования на огромных пространствах Мирового океана при тесном сотрудничестве с ведущими зарубежными научными центрами.

Федеральное государственное бюджетное учреждение наук «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского» РАН (ФГБУН ИМБИ) создано на основании Распоряжения Правительства Российской Федерации №599-р от 09.04.2015 г. и является научно-исследовательским бюджетным учреждением с общегосударственной формой собственности и финансируется за счет госбюджета Российской Федерации.

В настоящее время Институт возглавляет доктор биологических наук, профессор Гулин Сергей Борисович, являющийся признанным в мире специалистом по морской радиационной экологии.

В настоящее время ФГБУН ИМБИ – одна из крупнейших морских научно-исследовательских организаций, занимающаяся не только традиционными фундаментальными исследованиями в области морской биологии, но и региональными проблемами Крыма, Черного и Азовского морей, а также активно участвующая в решение глобальных проблем сохранения окружающей среды, климата и долгосрочного прогнозирования, о чем свидетельствует ее участие практически во всех крупных международных океанографических программах. Сегодня Институт разрабатывает актуальнейшие проблемы мировой науки, такие как создание новых технологий охраны и воспроизводства окружающей среды, решение проблем, связанных с устойчивым развитием современной цивилизации и создание информационных технологий интеграции научных знаний в социальный процесс.

Выход очередного сборника трудов молодых учёных по проблемам водных экосистем, посвященного 100-летию со дня рождения д.б.н., проф., чл.-кор. АН УССР В.Н. Грезе, является, несомненно, событием актуальным для популяризации труда молодых ученых Института, Российской академии наук и СНГ в целом, на самом высоком научном уровне выполняющих гидроэкологические исследования.

Владимир Николаевич Грезе: человек, учёный, гражданин

Токарев Ю.Н., д.б.н., профессор
научный руководитель ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь.

Нет ничего более славного и важного, чем чтить память достойных людей и событий! Тем более, если они связаны с историей родного для тебя Института. Именно с таким событием, со всех точек зрения знаменательным, связана проводимая Советом молодых учёных и специалистов ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН» IX-я научно-практическая конференция молодых учёных «ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ-2015», посвящённая 100-летию со дня рождения выдающегося учёного, доктора биологических наук, профессора, члена-корреспондента АН УССР Владимира Николаевича Грезе.

Вся жизнь и деятельность Владимира Николаевича, вне зависимости от места их проявления и реализации, была связана с необходимостью постоянной демонстрации им своих человеческих качеств, глубины познания исследуемых явлений, тщательности анализа происходящих событий и накопленного материла. Этому способствовало, с одной стороны, полученное им в семье потомственных биологов воспитание и прекрасное образование в Харьковском Университете, а с другой – непростые вехи его жизненного пути. Здесь и арест в 1937 г. по доносу, и обвинение в контрреволюционной террористической деятельности, продолжительная работа по изучению фауны водоемов Сибири (1939-44 и 1945-57), славный боевой путь в составе 1242-го Гаубичного полка 1-го Украинского Фронта, штурм Берлина и освобождение Чехословакии. Каждая их этих вех, оставившая глубокие зарубки в сердце Владимира Николаевича, достойна отдельного повествования, однако нам хочется сконцентрировать внимание молодых исследователей на его творческом наследии, которое до сих пор имеет непреходящую ценность и может служить примером сочетания самоотверженности и основательности

натуралиста, с обоснованностью смелых гипотез научного романтика. Именно так, основательно, без поспешности принятия необоснованных решений он готовил свои диссертации и основные публикации Сибирского периода. Именно таким, основательным и никогда не принимающим решения «на авось» он запомнился своим ученикам и коллегам.

Важнейшей работой его Сибирского периода является 15-месячная экспедиция на озеро Таймыр, где Владимир Николаевич Грезе впервые осуществил исследование биологии озера и собрал ценные научные материалы, которые были положены в основу кандидатской диссертации «Основные черты гидробиологии Таймырского озера», защищённой уже в послевоенное время в Томском университете (1947 г.). Не менее важной явилась работа в 1941-1943 гг. по спецзаданию Государственного Комитета Обороны по обследованию Уткульской ·группы озер, низовья · Енисея, реки Таз и Енисейского залива с целью выяснения рыбопромысловых возможностей этих водоёмов, позволившая дать фронту дополнительно десятки тысяч тонн белка. Результатом, в частности, изучения р. Енисей была его капитальная монография «Водная фауна реки Енисея» (1955 г.), ставшая основой докторской диссертации, успешно защищённой в Зоологическом институте АН СССР. Вторая монография Владимира Николаевича «Кормовые ресурсы рыб реки Енисея и их использование» (1957 г.) до сих пор служит образцом комплексной гидробиологической работы, отличающейся анализом структуры биоценозов, взаимодействия жизненных форм и их продуктивности.

Здесь проявилась ещё одна черта научного творчества Владимира Николаевича – изобретательность и предприимчивость. Его не остановила слабая техническая оснащённость сибирских учреждений того периода - он сконструировал и успешно использовал два новых прибора, которые сразу получили распространение у гидробиологов: драгу для количественного учета бентоса и трал для количественного учета планктона.

С ноября 1959 г. Владимир Николаевич работал на Севастопольской биологической станции АН СССР, а после ее реорганизации в 1963 г. в Институт биологии южных морей он сначала возглавил в нём Отдел планктона, а с 1966 г. стал заместителем директора по научной работе. В этот период Владимир Николаевич принял участие в экспедициях на Средиземное и Карибское моря, затем в тропическую Атлантику. Изучая жизнь пресных и ·соленых вод, он развивает центральные проблемы современной гидробиологии, связанные с биологической

продуктивностью водоемов, структурой биоценозов, трофическими цепями. Одним из основных результатов этих исследований было выяснение скорости продуцирования животных организмов в различных популяциях и в разных географических и гидрологических условиях.

Большие работы он вёл на Черном море по изучению продуктивности планктонных животных, биологической структуры пелагиали, исследованию черноморского планктона и его изменчивости, связанной с антропогенным влиянием, сравнительной оценке биологических характеристик морей Средиземного бассейна. При этом им разработаны оригинальные методы определения продукции планктона и расчета удельной продукции основных видов кормового зоопланктона в Черном море по анализу роста организмов и состава популяций, за что он был награждён Почетным дипломом ВДНХ СССР 1971 г.

В 1968 г. Владимир Николаевич был назначен директором ИнБЮМ. Именно при нём Институт биологии южных морей становится крупнейшим научным гидробиологическим центром СССР, с прочными международными связями. Владимир Николаевич становится членом бюро Научного совета по проблеме «Гидробиология, ихтиология и использование биологических ресурсов водоемов» АН СССР, бюро Ихтиологической комиссии Министерства рыбного хозяйства СССР, бюро Научного совета по проблеме «Изучение океанов и морей и использование их ресурсов», пред.седателем его бассейновой секции при Государственном Комитете Совета .Министров СССР по науке и технике, членом редакционных коллегий «Гидробиологнческого журнала», журналов «Экология» и «Биология моря», председателем Севастопольских отделений ВГБО и Географического общества СССР. Тем удивительнее, что при такой работоспособности перу Владимира Николаевича принадлежит всего немногим более 110 печатных работ. Но зато каждая работа в итоге нетривиальна и событийна!

Признанием авторитета Владимира Николаевича Грезе, как одного из ведущих специалистов в области биологии моря, было назначение его представителем СССР в Консультативном комитете ЮНЕСКО при Индоокеанском биологическом центре. За выдающиеся заслуги в развитии гидробиологии Правительство высоко оценило труд выдающегося учёного, наградив его орденами «Трудового Красного Знамени» и «Знак Почета».

Достойная жизнь прекрасного учёного, гражданина и человека! Воистину: «Потомству – в пример!»

Мировой океан как сфера научных и национальных интересов

Мильчакова Н.А., к.б.н.,
зам. директора по научной работе ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь.

Жизнь человека невозможно представить без морей и океанов, более половины населения Земли живет в береговой зоне, пользуясь всеми видами морских ресурсов. Несмотря на многовековую историю изучения Мирового океана, наши знания о его экосистемах еще очень малы. Глобальные климатические и политические изменения, возросшая антропогенная нагрузка, добыча биологических и минеральных ресурсов оказывают губительное воздействие на морские природные комплексы. Поэтому их охрана, восстановление и рациональное природопользование становятся важнейшими научными и государственными задачами. Важно, что эти задачи и механизмы их решения отражены в Морской доктрине РФ до 2030 г., где защита и сохранение морской среды и природных ресурсов отнесены к сфере национальных интересов Российской Федерации.

Специалисты ИМБИ РАН вносят существенный вклад в познание жизни морей и океанов, особенно Азово-Черноморского бассейна. Основные направления научной деятельности стали:

- фундаментальные исследования в области морского биологического разнообразия и функционирования экосистем;
- функционирование и продуктивность морских экосистем, их трансформация под воздействием экологических факторов
- междисциплинарные исследования биоресурсов Черного моря (генетические, молекулярно-биохимические, популяционные, биоценотические и др.);
- оценка продукционных особенностей морских экосистем с применением дистанционного методов исследования;

- морская радиационная биология и хемоэкология
- изучение контурных биотопов и донных ландшафтов контактных зон;
- разработка научно-обоснованных методов оценки качества среды с использованием биологических, гидрохимических и радиохимических параметров;
- изучение биотехнологических процессов, скрининг гидробионтов и получение биологически активных веществ для здоровья человека;
- разработка научно-методических рекомендаций по охране и восстановлению качества среды и биологического разнообразия, мониторинг природных комплексов особо охраняемых территорий и акваторий;
- научно-образовательная и просветительская деятельность;
- музейное и коллекционное дело и многое другое.

Сегодня в структуре ФГБУН ИМБИ насчитывается 12 научных отделов и 3 структурных лаборатории, в которых трудятся около 250 специалистов, в том числе 19 докторов наук и 104 кандидата наук. Они участвуют в сухопутных и морских научно-исследовательских экспедициях на территории Российской Федерации и за её пределами, ведут мониторинг состояния биоты и качества морской среды, принимают участие в организации особо охраняемых природных территорий и акваторий, разработке научных основ биотехнологий (выращивание моллюсков, рыб, микроводорослей и т.д.) и рыбохозяйственной эксплуатации водоёмов, проведении научно-технических экспертиз и оценки воздействия на окружающую среду, занимаются образовательной деятельностью, во многих отделах работают молодые специалисты, обучаются аспиранты.

Сотрудники Института ведут обширную научно-просветительскую деятельность, уже более 40 лет ведут занятия со школьниками разных отделений Малой Академии наук Крыма «Искатель».

Особую гордость представляет Музей-аквариум ФГБУН ИМБИ, первый публичный аквариум России, открытый в 1897 г. На его базе для учащихся г. Севастополя проводится образовательный лекторий по многим направлениям гидробиологической и экологической науки.

Уже почти 40 лет в строю флагман отечественной науки НИС «Профессор Водяницкий», на котором выполнено более 80 рейсов в разные районы Мирового океана, ведутся научные исследования на

черноморском шельфе России при поддержке государственных корпораций и бизнес-партнеров.

Будущее отечественной гидробиологической науки в руках молодых учёных и специалистов, успехов Вам в решении научных задач, творческого вдохновения и великих открытий!

Успехи Совета молодых ученых ФГБУН ИМБИ

Боровков А.Б. к.б.н.
зам. директора по научной работе ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь.

Проведение молодежных конференций и школ-семинаров стало традицией для ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН (до 2015 г. – Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского) – крупнейшее гидробиологическое учреждение Европы и одно из авторитетнейших гидробиологических учреждений мира. Организатором конференций является Совет молодых учёных ФГБУН ИМБИ.

Совет молодых ученых Института биологии южных морей был создан 2 ноября 1999 года согласно Постановления Президиума НАН Украины.

Основными целями СМУ является привлечение и закрепление в ФГБУН ИМБИ талантливой молодежи, обеспечение научного и административного роста молодых ученых, содействие развитию творческой научной активности молодых ученых в Институте, объединение научной молодежи, выражение ее интересов в профессиональной сфере и решение важнейших социальных проблем, а также содействие становлению и росту молодых научных кадров ФГБУН ИМБИ. В связи с этим работа Совета акцентируется на поддержке инициативной научной работы, помощи в проведении научных исследований молодых ученых и

специалистов, поддержке публикации результатов их исследований, организации ежегодных семинаров, школ и конференций.

На сегодняшний день в Совете молодых ученых Института биологии южных морей работает 105 молодых ученых и специалистов. Следует отметить, что Совет активно развивается, так как десять лет назад состав Совета насчитывал 22 чел.

В рамках работы СМУ решаются учебно-воспитательная и просветительская задачи с молодежью, организуются акции в области экологического туризма и защиты окружающей среды, разрабатываются и издаются материалы по экологическому образованию. Молодыми учеными ФГБУН ИМБИ регулярно проводятся природоохранные и просветительские мероприятия городского масштаба. Привлечение к решению этих проблем современной молодежи, пропаганда и реализация идей экологической этики среди школьников и учащейся молодежи поможет, насколько это возможно, восстановить соответствие нашего человеческого мира миру природы, окружающему нас.

Советом молодых ученых ФГБУН ИМБИ проведен комплекс мероприятий международного, национального и регионального уровней, в т. ч. 8 Международных конференций молодых ученых «Понт Эвксинский» по проблемам водных экосистем, на которых рассматривались актуальные проблемы состояния среды обитания морских организмов и в целом экосистем Черного, Азовского морей и других регионов. Постоянно поднимаются природоохранные вопросы, составляются прогнозы дальнейших изменений экологической ситуации в Азово-Черноморском бассейне. В конференции каждый раз принимает участие более 120 молодых ученых и специалистов из ведущих научных учреждений России, Украины, Беларуси и Молдовы, стран дальнего зарубежья. По материалам конференций публикуются тезисы докладов и издаются специальные выпуски сборников научных трудов. Также Советом молодых ученых проводятся школы-семинары для молодых ученых, где освещаются как фундаментальные научные проблемы, так и более узкие прикладные аспекты.

В 2000 году была учреждена ежегодная премия имени проф. В.А. Водяницкого для молодых ученых за вклад в развитие науки. Ежегодно награждаются молодые сотрудники института премией имени проф. В.А. Водяницкого за наиболее интересные научные работы в области гидробиологии.

Молодые ученые ежегодно принимают активное участие в конкурсных работах по грантам, регулярно выигрывают премии и стипендии.

Молодыми учеными опубликовано более 400 работ, из них в зарубежных журналах – более 50, молодые ученые участвуют и в коллективных монографиях.

Перспективы развития марикультуры на Черном море как результат взаимодействия науки и бизнеса

Шенявский Д.Е., Щуров С.В., Рябушко В.И.
ООО НИО «Марикультура» (г. Севастополь), ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»

Марикультура на Черном море в РФ, как рентабельное производство продукции, в настоящее время практически отсутствует. Поэтому назрела необходимость создания в этом регионе отрасли морского хозяйства, как совместный проект комплексных океанологических исследований и бизнеса.

Необходимость развития марикультуры обусловлена рядом факторов:

- истощением природных биологических ресурсов Черного моря и, как следствие, запасов рыб и моллюсков;
- резким снижением репродукционного потенциала морской среды;
- увеличением потребительского спроса на морепродукты;
- обеспечением населения качественной пищевой продукцией и лечебно-профилактическими биопрепаратами.

Отсюда следует, что одной из важнейших возможностей мелиорации среды, экологической реабилитации или конверсии экосистем, изменяющихся под антропогенным воздействием, является реализация главного принципа марикультуры – восстановление качества среды в процессе производства продукции.

На протяжении последних лет ФГБУН Институт морских биологических исследований имени. А.О. Ковалевского РАН (ФГБУН ИМБИ) совместно с ООО «НИО Марикультура» и ООО «Мэрикон» разрабатывали программу по созданию на территории Крыма новой хозяйственной отрасли, основанной на морских биотехнологиях.

За этот период были выполнены следующие мероприятия:

- испытаны в разных районах Крымского побережья штормоустойчивые гидробиотехнические сооружения для мидийных

и устричных ферм; разработан проект и построено судно для обслуживания ферм; отработаны пилотные проекты по полупромышленному производству из моллюсков лечебно-профилактическими лекарственных препаратов и из отходов рыбопереработки органических удобрений;

- в стадии пилотного проекта находится разработка промышленных технологий по культивированию различных видов микроводорослей, являющихся сырьем для производства экологически чистых пищевых красителей и ряда биопрепаратов лечебно-профилактического назначения;
- создан единственный в России питомник по полноцикличному выращиванию устриц.

Все вышеперечисленное дает возможность создать на территории Крыма хозяйственную отрасль, позволяющую на первом этапе производить до 5 тысяч тонн товарной мидии и 4-5 миллионов устриц в год. Для реализации поставленной цели разработана комплексная программа развития отрасли, в которой первоочередной задачей является создание на базе ИМБИ РАН (г. Севастополь) Регионального внедренческого центра морских биотехнологий. Основные задачи центра: проектирование и строительство ферм, выращивание устричного спата для фермерских хозяйств, учебного, сертификационного и логистического центра, упаковки и реализации конечной продукции, отработки полупромышленных технологий перспективных научно-прикладных исследований ИМБИ и внедрение их в экономику России.

Таким образом, благодаря тесному сотрудничеству науки и бизнеса возможно успешное создание новой хозяйственной отрасли на Черном море – марикультуры на основе государственно-частного партнерства.

Аблязов Э.Р.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
e_ablyazov@mail.ru

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНДЕМИЧНЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ ВИДОВ РОДОВ ПЕСКАРИ GOBIO (CUVIER, 1816) И БЫСТРЯНКИ (ALBURNOIDES JEITTELES, 1816) СЕМЕЙСТВА КАРПОВЫХ (CYPRINIDAE) КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Большинство бассейнов рек Крымского полуострова на протяжении длительного исторического периода находились в географической изоляции как от материковых водоемов, так и непосредственно друг от друга, что способствовало образованию локальных изолированных популяций рыб и, в конечном итоге, формированию обособленных таксономических единиц различного ранга, что рассматривается в настоящей работе на примере родов Gobio (Cuvier, 1816) и Alburnoides (Jeitteles, 1816) из семейства карповых Cyprinidae. Следует отметить, что оба этих рода отличаются полиморфизмом и до настоящего времени систематическое положение локальных группировок представителей этих родов в реках Крыма неоднократно пересматривалось.

Целью работы было изучение морфологической изменчивости и установление видовой принадлежность эндемичных крымских рыб рода пескари Gobio (Cuvier, 1816) и быстрянки Alburnoides (Jeitteles, 1816) бассейна рек юго-западной частей Крымского полуострова. А также проведение ревизии фиксированного материала рыб рода Gobio и рода Alburnoides Крымского полуострова, находящихся в фондах ИнБЮМ.

В ходе работы были проведен морфометрический анализ пескарей Gobio spp. из рек Кача, Альма, Черная, Бельбек, Биюк-Карасу и быстрянок Alburnoides fasciatus из рек Кача, Альма, Черная, Салгир. За основу была взята схема промеров карповых рыб по И.Ф.Павдину (1966). Промеры каждого пластического признака осуществлялись трижды электронным штангенциркулем, с точностью измерения до 0,1 мм, находилась их средняя величина и только она учитывалась в дальнейшем. У каждого экземпляра пескаря проводилось измерение 29 пластических и подсчет 5 меристических признаков, а для быстрянок - 31 пластического и 5

меристических. Для анализа популяционной структуры данных видов был применен классический морфометрический анализ. Для нахождения статистически достоверных отличий популяций рыб из каждого водоема был применен метод вариационной статистики. Непосредственная обработка данных проведена с использованием компьютерного пакета прикладних программ "Statistica 10" и "Microsoft Office Excel".

В ходе работы получены следующие результаты.

1. Морфологическая неоднородность пескарей в реке Черной согласуется с гипотезой о присутствии в ней не одного вида Gobio delyamurei, а более сложного таксономического комплекса.
2. По комплексу сравниваемых признаков пескарей Gobio spp. из разных крымских рек обнаружены статистически достоверные отличия между особями по 20 из 29 пластических и по 5 из 5 меристических признаков.
3. Наибольшая морфологическая изменчивость установлена для пескарей из реки Кача, наименьшая для пескарей, происходящих из рек Бельбек и Биюк-Карасу.
4. По комплексу морфологических признаков наиболее различаются пескари из рек Альма и Черная. Достоверные различия выявлены между пескарями из рек Бельбек и Биюк-Карасу, зоны рассеяния признаков имеют незначительную зону трансгресии. Пескари из реки Кача наименее отличаются от пескарей из других рек.
5. Наибольшая морфологическая изменчивость установлена для быстрянок из реки Кача, наименьшая у быстрянок из реки Салгир, но в целом установлена высокая степень трансгрессии между популяциями этого вида всех исследованных рек.

Сложная популяционная структура пескарей из рек Крыма требует дополнительных исследований с применением молекулярно-генетических методов.

Абрамова А. С.[1], Гуров К. И.[2], Зарайская Ю. А.[1], Кубова В. В.[3], Лапенков А. Е.[4], Морозова Е. А.[5], Соловьёва О. В.[6], Тихонова Е.А.[6], Хурматова Г. И.[7], Шершнёва Е. О.[4]

(1) Геологический институт РАН, г. Москва, (2) Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь, (3) СПбГУ, Институт наук о Земле, (4) Российский государственный гидрометеорологический университет, океанологический ф-т, г. Санкт-Петербург, (5) Мос-ковский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический ф-т, (6) ФГБУН «Институт морских биологических

исследований имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, (7) Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, ф-т геологии и геофизики нефти и газа, г. Москва

ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОЗООБЕНТОСА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РУГОЗЕРСКОЙ ГУБЫ В РАЙОНЕ ОСТРОВА ВЫСОКИЙ (КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ БЕЛОГО МОРЯ)

Материалом для данной работы послужили результаты комплексных исследований в пределах экспериментального полигона в восточной части Ругозерской губы в районе о. Высокий (Кандалакшский залив) в рамках Всероссийской молодёжной практической школы по методам изучения донных ландшафтов. Выбранная акватория представляет собой объект междисциплинарного систематического изучения (Мокиевский и др., 2012, Исаченко и др., 2013).

Отбор проб бентосного материала проводился 24 сентября 2015 г. дночерпателем «Day-grab» с площадью захвата 0,1 м2 с 4-х станций на глубинах 8 – 20 м. Отбор осуществлялся с различным количеством повторений: пять отборов на ст. 6, три – на ст. 7, и по одному на ст.8 и ст. 9. Промывка донного осадка осуществлялась на судне. Камеральная обработка проводилась с использованием бинокуляра МБС-1. В лабораторных условиях у отобранных моллюсков Arctica islandica определялись индивидуальные размеры (с помощью штангенциркуля, точность 0,2 мм) и масса особей (электронные весы, точность 0,005 г). Для статистической обработки использовался однофакторный дисперсионный анализ с достоверностью 0,95, дискриминантный анализ. Обработка проводилась в программе Excel.

Видовой и количественный состав макрозообентоса соответствовал характерным для данной акватории. В исследуемых пробах преобладали моллюски и полихеты, также были обнаружены Amphipoda и Cumacea.

Полученные данные показали, что средняя биомасса макрозообентоса в исследуемой акватории составляет для Mollusca 432,7±333,3 г/м2; Polychaeta 19±28,3 г/м2; Amphipoda 0,05±0,13 г/м2; Cumacea 0,02±0,04 г/м2. Средняя численность для нашей выборки: Mollusca 56±58 экз./м2; Polychaeta 169±82 экз./м2; Amphipoda 5±13 экз./м2; Cumacea 3±7 экз./м2. Таким образом, в бентосном сообществе преобладают моллюски и полихеты. Амфиподы и кумовые раки встречаются в единичных экземплярах. Среди

моллюсков преобладающим видом является Arctica islandica, а у полихет – Alitta Virens.

Если рассматривать бентосное сообщество по станциям, то видно, что доминирующими по биомассе на трёх из четырёх станций являются моллюски вида Arctica islandica. Этот вид распространён на илистых и песчаных грунтах, он был обнаружен в 9 из 10 проб. Средняя биомасса этого моллюска на исследуемом участке дна составляет 276 г/м2, а средняя плотность поселения – 73 экз./м2. По полученным данным, максимальная биомасса составляет 647 г/м2 на ст. 7, а минимальные значения (10 г/м2) отмечены на ст. 8. Максимальная плотность поселения отмечена на ст. 6 (114 экз./м2); минимальная – на ст. 7 (87 экз./м2).

Средний размер моллюсков в исследуемой популяции составляет 25 мм при средней массе 5,9 г. Максимальный размер в нашей выборке составляет 42 мм (ст. 8), тогда как самые большие моллюски, отмеченные в Белом море, достигали размеров 97,5*76,6*64 мм. Кроме того, по результатом анализа популяции было отмечено обновление сообщества (зафиксированы особи до 10 мм).

В результате проведённых работ показано, как видоизменяются количественные и морфометрические характеристики особей Arctica islandica в зависимости от смены типов донных ландшафтов. Наибольшей численности в пределах исследуемого полигона вид достигает в пределах ложбин с глубинами 14 – 20 м, заполненных илистыми отложениям. Для возвышенностей с характерными включениями гравийного материала, а также областей выхода моренных отложений, наличие моллюсков подтверждается только подводной видеосъёмкой.

Авсиян А.Л.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
anna.l.avsiyan@gmail.com

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДИНАМИКУ ТЕМНОВОЙ ПОТЕРИ БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Темновая потеря биомассы (ТПБ) – важная часть в суточном балансе продуктивности фитопланктона, как в естественных водных экосистемах, так и при промышленном культивировании.

Интенсивность темнового дыхания микроводорослей не постоянна, а снижается с течением темнового периода. Исследования по влиянию температуры на ТПБ малочисленны и не описывают динамику процесса. Ранее нами была предложена эмпирическая модель, описывающая динамику ТПБ с учётом удельной скорости эндогенного расхода резервных соединений. Целью данной работы было исследование динамики снижения биомассы микроводорослей в темноте на примере P. tricornutum, и определение влияния температуры на кинетические характеристики ТПБ.

Объект – культура диатомовой водоросли Phaeodactylum tricornutum Bohlin. Для предварительной адаптации водоросли культивировали при свето-темновом режиме 16:8 (свет:темнота) при температуре 20 °C в плоско-параллельных культиваторах объёмом 3 л, с ежедневным 20% обменом питательной среды. В начале темнового периода из адаптированной культуры отбирали по 150 мл в светонепроницаемые конические колбы и инкубировали при вариантах температуры 10, 15, 20 и 25 °C. Отбор проб проводили через 1, 2, 3, 4, 6, 8 и 24 часа в темноте. В пробах измеряли оптическую плотность культуры на длине волны 750 нм и вычисляли биомассу, используя коэффициент перехода от оптической плотности 0,576 г·л-1·ед. опт. пл.-1.

Для расчёта удельной скорости расхода биомассы использовали предложенную ранее модель динамики снижения биомассы в темноте:

$$B = B_0 - L \cdot (1 - e^{-\mu_L \cdot t}),$$

где B0 – плотность культуры в начале темнового периода, г · л-1; t – время от начала темнового периода, ч; L – общая потеря биомассы в темноте, г · л-1; μL – удельная скорость расхода резервных соединений, ч-1.

При темновой инкубации во всех вариантах происходило экспоненциальное снижение плотности культуры. ТПБ для вариантов 10, 15 и 20 °C была одинакова и составила 10,8% от биомассы, и лишь при 25 °C ТПБ была выше (12,4%). Предложенная модель с высокой точностью позволила описать динамику темновой потери биомассы. Удельная скорость расхода резервных соединений μL варьировала от 0,68 до 1,23 ч-1. В диапазоне 10 – 20 °C μL линейно возрастала с повышением температуры.

Экспоненциальный характер динамики ТПБ согласуется с литературными данными о снижении интенсивности дыхания микроводорослей со временем нахождения в темноте. Возрастание удельной скорости потери биомассы с ростом температуры также

согласуется с литературными данными об увеличении интенсивности дыхания микроводорослей при повышении температуры.

Аганесова Л.О.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
la7risa@gmail.com

РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ КОПЕПОД *ARCTODIAPTOMUS SALINUS* И *CALANIPEDA AQUAEDULCIS* ПРИ ПИТАНИИ МИКРОВОДОРОСЛЬЮ *ISOCHRYSIS GALBANA*

Arctodiaptomus salinus (Daday, 1885) – широко распространенный в Европе, Азии и Северной Африке пресноводный и солоноватоводный вид, галобионт, обитающий в солоноватоводных и соленых континентальных водоемах, населяющий в основном стоячие воды, от малых горных бассейнов до больших солёных озер (Tolomeyev, 2002). *Calanipeda aquaedulcis* (Kritsch, 1873) – единственный вид рода *Calanipeda,* относится к солоноватоводному комплексу, согласно (Grindley, 1984), имеет морское происхождение и является промежуточной формой адаптации к пресным водам. В минерализованных водах, например, Средиземноморского бассейна (Samchyshyna, 2008), он конкурирует с эвригалинным палеоарктическим видом копепод *A. salinus*.

Эксперименты проводили на лабораторных культурах *A. salinus* и *C. aquaedulcis* при 21 °С, длительность жизненного цикла копепод, выживаемость и плодовитость оценивали при индивидуальном культивировании. В качестве питания использовали микроводоросль Prymnesiophyceae – *Isochrysis galbana* (Parke, 1949), широко распространенной в естественных условиях, и легко культивируемой в искусственных условиях, находящейся в размерном диапазоне частиц, подходящих для питания копепод на разных стадиях развития. Концентрацию пищи поддерживали *ad libitum* (0,02 – 0,08 мг·сух. массы·мл$^{-1}$).

Длительность стадий постэмбрионального развития обоих видов копепод постепенно увеличивается от младших науплиальных к старшим копеподитным стадиям. Абсолютная выживаемость копепод на ранних науплиальных стадиях и кратковременность их развития, по-видимому, связаны с тем, что до

перехода на экзогенное питание в качестве источника энергии они используют исключительно (N1 – N2) и преимущественно (N2 – N3) желтковые запасы (собственные данные, Jimenez-Melero et al., 2007). Длительность науплиальных стадий обоих видов короче, чем копеподитных, что закономерно для каляноидных копепод. Самыми продолжительными были стадии C4 – C5, и самцы обоих видов развивались быстрее самок, что объясняется половой дифференциацией и ростом гонад копепод на пятой, критической стадии развития (Peterson, 2001). Полный цикл развития (выживаемость свыше 83 %) более мелкого вида *C. aquaedulcis* закономерно проходит быстрее (14 сут.), чем более крупного вида *A. salinus* (20 сут.).

Средняя длина самок *A. salinus* составляла 1,52 ± 0,01 мм, средний диаметр яиц – 134 ± 5 мкм, *C. aquaedulcis* – 1,24 ± 0,02 мм и 88 ± 8 мкм, соответственно. Абсолютная плодовитость (количество яиц, приходящееся на 1 самку) варьировала от 10,3 ± 1,3 яиц самку$^{-1}$ у *A. salinus* до 24,2 ± 1,8 яиц самку$^{-1}$ у *C. aquaedulcis*. Процент выклева жизнеспособных науплиев из яиц возрастал от 84,9 ± 7,3 % у *A. salinus* до 100 % у *C. aquaedulcis.*

Продуцирование яиц самками *A. salinus* происходило в интервале от 21-суточного возраста (с момента достижения половозрелости) до возраста 78 сут, у самок *C. aquaedulcis* – с 15 сут (с момента достижения половозрелости) до 34 сут. Пик репродуктивного периода *A. salinus* приходился на 28 – 46 сут, а *C. aquaedulcis* – на 22 – 28 сут, после чего репродуктивная активность плавно снижалась. Интервал вымета яиц самками *A. salinus* составлял 3,7 ± 0,5 сут, *A. salinus* – 3,2 ± 0,6 сут. Эмбриональное развитие яиц *A. salinus* занимало около трех суток, *C. aquaedulcis* – меньше суток. Диапаузирующих яиц *A. salinus* в условиях культур не наблюдали. Среднесуточная продукция яиц (EP) за весь жизненный цикл у самки *C. aquaedulcis* (при индивидуальном культивировании) оказалась более чем вдвое выше (4,10 яйца·самка$^{-1}$·сут$^{-1}$), чем у *A. salinus* (1,76 яйца·самка$^{-1}$·сут$^{-1}$), однако период размножения самок *A. salinus* был в два раза дольше, чем *C. aquaedulcis*, что объясняется более длительным жизненным циклом *A. salinus.*

Багаев А.В. [1], **Мизюк А.И.** [2]

[1]Атлантическое отделение Института океанологии РАН,
г. Калининград, пр. Мира, 1, *andrei.bagaiev@yandex.ru*;
[2]Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь,
ул. Капитанская, 2, *artem.mizyuk@gmail.com*

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТА МИКРОПЛАСТИКА В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ

В последнее десятилетие интенсивно растет количество публикаций на тему загрязнения морской среды частичками микропластика антропогенного происхождения (более 50 работ в 2014 году). Накапливаются сведения о концентрации микропластика (обломки сложной конфигурации, диаметром менее 5мм (Arthur et al., 2009) в океанских водах, изучается его химический состав, способность передаваться по пищевым цепям, адсорбировать загрязнения и токсины (Ivar et al., 2014, Lavender et al., 2014). Судя по скорости естественного разложения искусственных полимеров, проблема будет существовать столетиями, даже если само загрязнение полностью прекратится (Barnes et al., 2009). В данный момент множество проектов (MARLIN, NOAA Marine Debris и др.) по изучению пластикового загрязнения морей подчеркивают важность создания качественных численных моделей, включающих параметризации физического процесса переноса и оседания на дно в стратифицированной морской среде.

Несмотря на изначальную положительную плавучесть большинства полимеров, местом их наибольшей концентрации является не поверхность, а дно водоёма. Экспедиционные исследования показывают, что для Балтики именно песчаные пляжи выступают в роли аккумуляторов и «измельчителей» для терригенного пластика, отдавая его морю в условиях экстремальных штормов.

Моделированием переноса пластикового мусора в мире занимаются сегодня многие институты, например, (Maximenko et al., 2012). Физические аспекты транспорта частиц микропластика в морской воде (особенно по вертикали) остаются практически незатронутыми (Ivar et al., 2014, Hidalgo-Ruz et al., 2012), как и характерные времена жизни этих частиц (Hidalgo-Ruz et al., 2012, Roy et al.,2011). Близкий пример имеется только в биогеохимических моделях (Евгений Якушев, Norwegian Institute for Water Research Oslo, Norway).

В настоящей работе представлены предварительные результаты анализа долговременной изменчивости транспорта микропластика в Балтийском море. Они были выполнены в офф-лайн режиме на основе продуктов службы морских прогнозов Copernicus (http://marine.copernicus.eu/) и модели лагранжева переноса частиц.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №15-17-10020.

Барабанщиков Ю.А., Семкин П.Ю., Тищенко П.Я.

ФГБУН ТОИ ДВО РАН, 690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43, *biw90@mail.ru*

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ В БУХТЕ ВОЕВОДА (АМУРСКИЙ ЗАЛИВ, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Особенность бухт третьего порядка залива Петра Великого (ЗПВ) состоит в том, что все параметры среды здесь чрезвычайно изменчивы, как в пространстве, так и во времени (Будаева и др., 2006, Рачков, 2006, Рогачев, 2015). Вопросам изучения продукционно-деструкционных процессов органического вещества, которые неразрывно связаны с экологическим состоянием акваторий, уделяется большое внимание. Высокая продукция органического вещества прибрежных акваторий формирует не только «мертвые зоны», но также залежи лечебных грязей, месторождения которых имеются в нескольких мелководных бухтах ЗПВ. Как правило, бухты третьего порядка ЗПВ, либо не исследованы, либо малоисследованы. Именно к таким бухтам относится б. Воевода, расположенная в юго-западной части о. Русский. Отличительной особенностью донных осадков б. Воевода, как показывают наши исследования, является высокое содержание в них органического вещества и протекания процесса сульфатредукции.

Цель работы - изучение гидрохимических, гидробиологических и геохимических условий месторождения лечебных грязей б. Воевода (Амурский залив, Японское море).

Раннее нами были проведены сезонные гидролого-гидрохимические исследования б. Воевода (Барабанщиков и др.,2015). Также в течение года были получены данные сезонной изменчивости гидрологических параметров в различные сезоны с

использованием мониторинговой станции (WQM) фирмы WetLab. Также были отобраны пробы донных отложений на химический анализ поровой воды и твердой фазы.

На основе полученных результатов мы пришли к выводу, что в зимний и весенний сезоны доминируют процессы продукции органического вещества над процессами его деструкции. Для летнего и осеннего сезона тенденция продукционно-деструкционных процессов обратная. В свою очередь гидробиологические условия б. Воевода определяются балансом образования и разложения органического вещества, синтезируемого двумя источниками: первый и наиболее значимый источник − донные растительные сообщества (зостера, перифитон); второй − диатомовые водоросли. Высокая продуктивность прибрежных акваторий, таких как б. Воевода, формирует восстановленные илы (лечебные грязи), чрезвычайно обогащенные органическим веществом, содержание которого, в верхнем слое осадков, превышает 5%. Органическое вещество в осадках б. Воевода имеет два пути разложения: а) анаэробная минерализация (сульфатредукция), в результате которой увеличивается концентрация биогенных веществ и щелочности с глубиной осадка и уменьшается концентрация сульфатов; б) гумификация органического вещества, которая приводит к увеличению концентрации гумуса с глубиной осадка.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 15-05-03796-а и программы «Дальний Восток».

Басько Ю.В

Волгоградское отделение ФГБНУ ГосНИОРХ; 400001, г. Волгоград, ул. Пугачевская, 1, *voniorkh@mail.ru*

СОСТОЯНИЕ И УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ЗООБЕНТОСА ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА ПЕРИОД 2004 – 2014 ГГ.

Цимлянское водохранилище, образованное в долине р. Дон в 1952 г., является одним из крупнейших водоемов юго-запада России. Водохранилище подразделяется на четыре плеса, отличающиеся своими морфометрическими, гидрологическими и промыслово-биологическими особенностями.

Формирование донной фауны водохранилища наблюдается в первое десятилетие. В начальной стадии развитие происходит по схеме естественных закономерностей, свойственных для других водохранилищ. В 60-х годах, с целью повышения кормовой базы,

проводятся акклиматизационные работы по вселению ракообразных: мизид (*Paramysis lacustris* и *P. Interemedia*) и 2 вида кумовых рачков, а также полихет (*Hypania invalida* и *Hypaniola kowalewskii*). Наряду с искусственным вселением указанных видов донных организмов, в результате функционирования Волго-Донского судоходного канала, с 90-х годов наблюдаем аутоакклиматизацию моллюска *Adacna colorata*. На современном этапе развития водохранилища количественные показатели зообентоса находятся в пределах среднемноголетних, а вот качественный состав претерпел изменения, вследствие массового развития в 2000-х годах моллюска *Dreissena bugensis*, встречаемость которого достигает 50%.

В составе донной фауны Цимлянского водохранилища на открытой акватории с 2004 по 2014 гг. насчитывается 128 видов. В водоеме динамику численности определяют личинки хирономид и олигохеты, биомассы – моллюски. Среди хирономид массовым видом в водоеме является *Chironomus plumosus*, предпочитающий илистые профундальные зоны, среднемноголетняя биомасса которого 9,26 г/м^2. Среди малощетинковых червей доминирует полисапробный пелофил *Limnodrilus claparedeanus* с численностью 82 - 7618 экз./м^2. Из моллюсков, с биомассой в пределах 391,79 – 1588,30 г/м^2, массовым видом является *D.polymorpha*. В составе макрозообентоса отмечены также представители других таксономических групп: нематоды, пиявки, ракообразные, полихеты.

Среднемноголетние значения зообентоса за период 2004-2014 гг. характеризуются высокими показателями, составляя 7920,82 экз./м^2 и 747,31 г/м^2 при колебаниях по годам в пределах 4173-13157 экз./м^2 и 404,97-1604,90 г/м^2.Среднемноголетние показатели наиболее ценного в кормовом отношении «мягкого» бентоса составили 6409 экз./м^2 и 17,68 г/м^2. Причинами многолетних колебаний являются гидролого-метеорологические условия того или иного года.

В многолетнем аспекте средняя величина продукции, создаваемая сообществом зообентоса, оценивается в 3890,101 г/м^2, или в валовом выражении 8527,6 тыс. т, в том числе продукция «мягкого» бентоса 341 тыс.т. Высокая степень продуцирования водоема отмечалась на всем протяжении его существования, и в настоящее время продолжает ею обладать.

Беловодова О.С.

Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Севастополь, ул. Героев Севастополя, 7
pulka-polka@bk.ru

К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ПРИ РАЗВИТИИ МОРСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Разработка новых методов очищения прибрежной зоны Черноморского побережья и избежание геоконфликтных ситуаций в морском природопользовании межу странами-соседями относится к актуальным проблемам нынешнего века. Цель работы – найти эколого-географические аргументы, что черноморское течение названое в честь Книповича является уникальным и часто недооцененным природным явлением, которое может обеспечить как развитие приморской рекреации, так и не повредить при этом флоре и фауне.

Задачи исследования: кратко раскрыть историю течения именуемого «Очки Книповича», описать течение как сложное явление в системе океан-атмосфера, определить его влияние на развитие природно-ресурсного потенциала прибрежной зоны. В работе были использованы статистический, исторический и метод сравнительного географического моделирования.

Основное течение Черного моря опоясывает всю его акваторию кольцом параллельно побережью, отличается большой устойчивостью и направлено против часовой стрелки. Оно отмечается на расстоянии 1,6-4,8 мили (3-9 км) от берега, имеет ширину в 30-50 миль (56-93 км) и значительную скорость - от 0,6 до 1 узла (1,1-1,8 км в час), а иногда и гораздо больше, до 3 узлов. Струя, идущая вдоль северного побережья моря, становится сильнее летом и осенью, а южно-черноморская струя - зимой и весной. Кроме того, в центральных областях моря, в его восточной и западной части, имеются два обширных круговорота, так называемые «очки Книповича» (по фамилии морского исследователя Н.М. Книповича), в которых течение также идет против часовой стрелки, но имеет меньшую скорость - от 0,1 до 0,3 узла (0,2-0,5 км в час), иногда до 0,5 узла. Восточный круговорот отделяется от основного потока юго-восточнее Крымского полуострова, на долготе Судака и Феодосии (бывшей Кафы), идет на юг и сливается с основным течением у побережья Анатолии, в районе Синопа.

Западный круговорот отходит от основного потока у берегов Анатолии, у мыса Керемпе (приблизительно на меридиане Ялты), идет на север и соединяется с основным течением западнее южной оконечности Крымского полуострова. Таким образом, от Крыма к Анатолии и обратно существуют встречные течения. Наконец, течение от Крымского полуострова на запад разделяется на два: северо-западное направляется к Одессе, а юго-западное к Варне.

В связи с присоединением Крыма к России планируется старт проекта «Роснефти» по добыче нефти на шлейфе Черного моря. Потенциальные доходы за счет добычи нефти и газа на полуострове могут быть очень велики. Согласно данным официальных источников, запасы нефти в Крыму составляют 47 млн т, газа – 165,3 млрд куб. м. Всего могут быть задействованы 44 месторождения. Взаимодействие всей системы нефтедобычи с течением «очки Книповича» может привести к необратимым экологическим последствиям.

Морские воды Черноморского региона получают пресную воду и осадочные наносы из рек, содержащих в себе стоки со значительной части Евразии (включая крупнейшие реки Европы). Следовательно, благоприятное экологическое состояние морских вод в регионе тесно связано с предупреждением и сокращением загрязнения бассейнов рек, впадающих в моря. Загрязнение от находящихся на суше источников является одной из главных причин ухудшения состояния окружающей среды в прибрежных зонах морей. Загрязнение от морских судов и другой деятельности в морях являются еще одним фактором, способствующим ухудшению экологического состояния морских вод и побережья. В особенности негативно загрязнение береговой линии, посредством перенесения водных масс течением «Очки Книповича» влияют на береговую линию Болгарии и Румынии, в связи, с чем с апреля 1992 г. была создана Черноморская Комиссия по загрязнению Черного моря.

Основные выводы первого этапа исследования, заключенного в анализе имеющихся литературных источников, описывающих это явление: «Очки Книповича». Этот феномен открыт давно, но при соответствующих дополнительных системных исследованиях, может вывести знание о развитии прибрежной зоны берега Черного моря на новый уровень; оптимизировать взаимодействие флоры и фауны с деятельностью активно разрастающихся новых рекреационных предприятий и услуг на море, продвинутся в экологической экспертизе проектов по нефтедобыче на шельфе, а также, предупредить международные конфликты, которые связаны с выбросом вредоносных отходов в реки Болгарии и Румынии, что в

последствии влияет в целом на загрязнение всей прибрежной зоны приграничных стран.

Бондарев В.А., Самотой Ю.В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О.Ковалевского РАН», 299011 РФ, Севастополь, Пр. Нахиова, 2, *va-bondarev@yandex.ru*

МИГРАЦИИ И ВНУТРИВИДОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПРОХОДНОЙ ЧЕРНОМОРСКО-АЗОВСКОЙ СЕЛЬДИ *ALOSA PONTICA* (EICHVALD) У ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

В современной научной литературе практически отсутствуют сведения о морском периоде жизни сельди. Задачей данного исследования является изучение некоторых морфометрических и биологических характеристик сельди у юго-западных берегов Крыма с целью ее внутривидовой идентификации, определения сроков и путей нерестовых миграций взрослых особей и поведения неполовозрелых рыб.

Пробы сельди были получены из уловов жаберных сетей, ставных неводов и при удебном лове в районе м. Херсонес – м. Лукулл на глубинах 10-60 м в период с ноября 2009 до ноября 2013 г. Биологический анализ и определение возраста осуществлялись общепринятыми ихтиологическими методами.

В результате изучения количества жаберных тычинок, соотношения полов, упитанности и сравнительного анализа с данными литературных источников, установлено, что в прибрежных водах юго-западного Крыма нагуливается и зимует днепровская сельдь. Основная ее масса зимует в районе м. Фиолент. После окончания зимовки в феврале-марте взрослые особи начинают нерестовую миграцию. Обойдя м. Херсонес, рыба движется на север на некотором удалении от берега. В отдельные годы мигрирующая сельдь в большом количестве заходит в бухты, особенно в Казачью и Севастопольскую, где активно питается хамсой.

В весенне-летний период у юго-западного побережья Крыма скопления сельди, как правило, разрежены и непостоянны. С мая по август в водах Севастополя встречаются только неполовозрелые рыбы возрастом 1-3 года, причем значительная часть молоди сельди уходит на нагул в более продуктивные районы северо-

западной части Черного моря, а также, возможно в район южного берега Крыма (ЮБК).

Более плотные и стабильные концентрации сельдь образует в осеннее время, при этом в прибрежных водах образуются скопления, состоящие из молоди и половозрелых особей. Первые отнерестившиеся особи отмечаются в районе Севастополя в конце августа – начале сентября. Это рыбы возрастом 4-5 лет. Сельди возрастом 6-7 лет подходят к юго-западному берегу Крыма последними в октябре- декабре, их длина более 30 см, вес - около 350 г. В осенний период сельдь питается шпротом и мигрирующей в район ЮБК черноморской хамсой, поэтому количество сельди и плотность ее скоплений напрямую зависит от наличия объектов питания.

Изучение размерно-возрастной структуры сельди в районе Севастополя выявило большую разницу в размерах одновозрастных особей, масса которых отличалась более чем в 3 раза. Это связано с наличием внутри популяции сельди двух форм, значительно отличающихся темпом роста – тугорослой и быстрорастущей. Продолжительность жизни тугорослой сельди – 4-5 лет, тогда как особи быстрорастущей формы достигают семилетнего возраста. При этом морфологически обе формы практически неразличимы.

Борисовская А.А.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный технологический университет»; 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82; *SashaBorisovskaya@gmail.com*

ВИДОВОЙ СОСТАВ ПОСЕЛЕНИЙ КАРАСЕЙ (CARASSIUS JAROCKI, 1822) ВОДОЁМОВ КРЫМА (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ)

Согласно последним исследованиям (Kottelat, 1997; Богуцкая, Насека, 2004), во внутренних водоёмах Азово-Черноморского бассейна обитает 3 вида карасей: карась обыкновенный *C. carassius* и карась китайский *C. auratus* – виды являющиеся диплоидами и размножающиеся амфимиктично, а также серебряный карась *C. gibelio*, однополый триплоидный вид размножающийся апомиктично – гиногенезом. Два последних вида некоторыми исследователями выделяются в надвидовую группу *C. auratus* s. lato.

При достаточно высокой степени изученности для сопредельных территорий Украины, поселения карасей водоемов Крымского полуострова не исследовались. Обширная гибридизация, полиплоидия и апомиктическое размножение, сконцентрированные в одной биологической группе, – случай уникальный для позвоночных животных. Таким образом, все научные работы, имеющие целью изучение структуры смешанных сообществ карасей, направленные на расширение географической области исследований, являются актуальными.

Постановка видового диагноза в наших исследованиях базировалась на морфо-анатомических отличиях вида *C. carassius* и группы *C. auratus* s. lato. Диагностика видов в составе последней основывалась на особенности наличия полиплоидии у *C. gibelio,* для чего проводились соответствующие цитометрические исследования.

Материалом для исследований послужили выборки карасей из трех водоемов предгорной и равнинной части Крыма: пруды у села Насыпное (г. Феодосия) и с. Зеленогорское (Белогорский р-н), а также участка канала Керченской ветви СКК (Ленинский р-н).

В результате обработки материала получены следующие данные. Особи *C. carassius* в исследуемых водоемах не обнаружены. При цитометрическом исследовании карасей комплекса *C. auratus* s. lato особи распределились данным образом: диплоиды (2n) – 29 %, при средней площади эритроцитов 155,5±5,97 мкм^2, триплоиды (3n) и тетраплоидные (4n) – 55 и 16 %, 185,0±12,07 и 215,5±9,85 мкм^2 соответственно. По видовой принадлежности исследуемый материал распределился следующим образом: карась китайский *C. auratus* - 29 %, карась серебряный *C. gibelio* – 71 %. Во всех водоемах были обнаружены особи обоих указанных выше видов карасей, т. е. поселения являются смешанными.

По полученным данным, возможно, сформулировать следующие предварительные выводы:

1. В водоёмах Крыма обнаружено наличие двух видов карасей: диплоидного карася китайского (*Carassius auratus*) и полиплоидного карася серебрянного (*Carassius gibelio*).

2. Для исследуемых поселений карасей установлен высокий уровень полиплоидов (3n+4n) вообще и тетраплоидов (4n) в частности, что по литературным данным необычно не только для Крыма, но и для соседних регионов.

Стоит отметить, что данные результаты являются предварительными, так как объем материала незначителен и не может охарактеризовать существующее положение целиком. В

последующем нами планируется расширить область указанных исследований.

Валуйская Д.А., Ильин Г.В., Касаткина Н.Е., Усягина И.С.

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Россия,
г. Мурманск, ул. Владимирская, д. 17, *dvaluyskaya@inbox.ru*

СОВРЕМЕННОЕ РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В условиях повсеместного распространения техногенных изотопов актуальность исследований динамики радиоактивного фона, миграции и аккумуляции долгоживущих искусственных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в окружающей среде возрастает и поддерживается риском дополнительного внутреннего облучения населения Мурманской области при потреблении дикорастущих ягод и грибов, продуктов местной агрикультуры.

Для радиоэкологического исследования наземных экосистем Кольского полуострова в 2011-2012 гг. были отобраны пробы почвы, лишайников, грибов и ягод в нескольких районах Мурманской области, наиболее посещаемых местным населением при сборе продуктов леса и используемых в агрикультуре. Пробы проанализированы гамма-спектрометрическим методом на базе лаборатории радиоэкологии и океанографии ММБИ.

По полученным нами данным удельная активность ^{137}Cs в верхнем (0–2 см) слое почвы составила 11.6–113.0 Бк/кг. Наиболее загрязнена почва на побережье в районе поселка Дальние Зеленцы. Содержание ^{137}Cs снижается во внутренних районах полуострова. В почвах региона ^{90}Sr содержится в значительно меньшем количестве, чем ^{137}Cs (1,4–21 Бк/кг).

Удельная активность ^{137}Cs в лишайниках родов *Cladonia* и *Cetraria* на территории Мурманской области составляло соответственно 231 Бк/кг и 180 Бк/кг, что на несколько порядков меньше, чем в 1990-е гг. Максимальные концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr отмечены в лишайниках, отобранных в центральных районах полуострова с наименее загрязненными почвами. В прибрежных районах накопление техногенных радионуклидов понижено.

Исследования грибов показали, что в 2011-2012 гг. удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr широко варьировала в зависимости от места и их видовой принадлежности. В сыроежках (*R. paludosa*) было отмечено маскимальное накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr – 49,4 и 0,34 Бк/кг

соответственно. Низкая удельная активность ^{137}Cs наблюдалась в волнушках *(L. torminosus)* (2,6 Бк/кг) и моховиках (*B.subtomentosus*) (6,2 Бк/кг). Содержание ^{90}Sr также было низким, от 0,05 до 0,34 Бк/кг. Но даже в пределах одного района активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в грибах отличается в несколько раз, что обусловлено микромасштабной неоднородностью почвенного покрова и загрязнения территории.

В плодах лесных и тундровых ягодных кустарников среднее содержание ^{137}Cs составляет в настоящее время 2,1 Бк/кг. Удельная активность ^{90}Sr, в ягодах всех исследованных видов не превышает 2,6 Бк/кг. Максимальная удельная активность ^{137}Cs (7,1 Бк/кг) отмечена в *Vaccinium myrtillus,* что в 4 раза ниже в сравнении с данными 1990-х гг. Современная концентрация ^{137}Cs и ^{90}Sr в дикорастущих съедобных грибах и ягодах не пределах норм радиационной безопасности, установленных в Российской Федерации.

По полученным данным выполнен расчет внутренней дозы облучения населения радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr при их попадании в пищевые объекты (МУ 2.6.1.2222-07). Доза внутреннего облучения населения составит менее 1 % от установленного уровня безопасных дозовых нагрузок. Вклад грибов в формирование годовой дозы внутреннего облучения населения от ^{137}Cs составляет 8,4%, от ^{90}Sr – 0,4 %.

Сравнение результатов исследований с аналогичными данными финских и норвежских исследований, полученными в рамках международного сотрудничества, показало, что минимальные концентрации в грибах, лишайниках и ягодах выявлены на территории Мурманской области, максимальные - на территории Норвегии.

Витер Т. В., Алемов С. В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
tatjana-viter@rambler.ru

СООБЩЕСТВА МАКРОЗООБЕНТОСА В РАЙОНЕ АРАБАТСКОЙ СТРЕЛКИ (АЗОВСКОЕ МОРЕ)

Коса Арабатская стрелка тянется от вершины Арабатского залива до портового пунта Геническ, отделяя от Азовского моря залив Залив Сиваш представляет собой обширную мелководную лагуну. Чонгарский полуостров делит Сиваш на две ветви –

западную и восточную, которые сообщаются через Чонгарский пролив. Общая протяженность восточного Сиваша (вдоль Арабатской стрелки от Геническа на севере до крепости Арабат на юге) – около 117 км, ширина – от 2 до 35 км, площадь – 1430 кв. км. Берега Сиваша преимущесвено широки и пологи. Минерализация вод Сиваша в отдельных его частях различна и сильно звисит от водообмена с Азовским морем через Генический пролив. Солёность вод Сиваша колеблется от 22 ‰ (в северной части) до 87 ‰ (в южной). Акватория в районе Арабатской стрелки испытывает значительную антропогенную нагрузку – здесь расположено большое количество гостиниц, пансионатов, баз отдыха. В южной части косы ведётся добыча соли. Для комплексной оценки экологического состояния водоемов, находящихся под воздействием антропогенного фактора, большое значение имеют мониторинговые исследования биоты данного региона. Одним из важнейших элементов таких исследований является изучение состояния донных сообществ беспозвоночных.

Целью данной работы было изучение видового состава и численных показателей донных сообществ залива Сиваш в районе косы Арабатская стрелка.

Сбор материала осуществлялся в апреле-мае 2013 г. на 10 станциях в районе Арабатской стрелки со стороны оз. Сиваш. Пробы отбирались ручным дночерпателем площадью захвата 0,08 $м^2$ на глубинах менее 1 м. Грунты представляли собой крупный песок и ракушу. Отобранные пробы промывались через систему сит и мешок газа с ячеей 250 мкм, фиксировались 96 %-ным раствором этанола. Определялся видовой состав, численность и биомасса бентонтов.

Всего в районе Арабатской стрелки в составе сообществ макрозообентоса нами было зарегистрировано 38 видов макрозообентоса, относящихся к 35 родам, 29 семействам, 19 отрядам и 9 классам. Наибольшим количеством видов представлены ракообразные – 12 видов, многощетинковых червей было зарегистрировано 10 видов, моллюсков – 9 видов, из которых 5 двустворчатых и 4 брюхоногих. Также отмечались актинии, личинки хирономид, немертины, олигохеты, турбеллярии.

Наиболее часто встречались брюхоногие моллюски *Hydrobia sp*., изоподы *Lekanesphaera hookeri* (100 % станций), двустворчатые моллюски *Abra segmentum* и *Cerastoderma glaucum* (90 % станций), бокоплавы *Gammarus aequicauda*, олигохеты (80 % станций), полихеты *Nephtys hombergii* (70 % станций), личинки хирономид и актинии *Actinia equine*, *Actinithoë clavata* (60 % станций).

Видовое богатство в районе Арабатской стрелки колебалось в пределах 8-19 видов. Наибольшее число видов (17-19) отмечалось в северной части исследованной акватории, где соленость наиболее низкая (12-26 ‰), а наименьшее (8-10 видов) – на тех станциях в южной части Сиваша, где соленость наиболее высока (43-44‰).

Численность макрозообентоса на исследованных станциях колебалась от 535 до 22632 экз./м^2. Основной вклад в численность донных сообществ вносили моллюски *Hydrobia sp*. (45%) и *A. segmentum* (39%). На участках с низкой соленостью средняя численность бентосных организмов в целом была выше – 19590±5829 экз./м^2, на участках с более высокой соленостью она составляла 7091±7078 экз./м^2. Биомасса макрозообентоса на исследованных участках составляла 4,5 – 395,8 г/м^2. Основной вклад в биомассу вносили моллюски *A. segmentum* (61%) и *C. glaucum* (26%). На станциях с низкой соленостью увеличивается доля абры (до 76%), на станциях с более высокой соленостью – доля церастодермы (до 37%).

Водясова Е.А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
eavodiasova@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРИМИНАНТНЫХ КЛАССИФИЦИРУЮЩИХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧЕРНОМОРСКОГО И АЗОВСКОГО ПОДВИДОВ ЕВРОПЕЙСКОГО АНЧОУСА *ENGRAULIS ENCRASICOLUS*

Изучение популяционной структуры промысловых видов рыб важно для организации рационального использования биологических ресурсов. В Азово-черноморском регионе одним из таких видов является европейский анчоус *Engraulis encrasicolus* (хамса). Хамса занимает первое место по объему вылова в Черном море и имеет большое значение для экономики причерноморских государств. Ее общий запас достигал в отдельные годы 1,5 млн. т., уловы – 500 тыс. т. С конца 60-70-х годов доля вылова анчоуса в черноморском регионе увеличилась с 55-60% до 80-85%. В настоящее время состояние популяций хамсы достаточно

стабильное, биомасса оценивается в 700-800 тыс. т., рекомендуемый вылов составляет 200 тыс. т. (Dascalov, 2012).

В Азово-черноморском бассейне признано существование двух форм анчоуса, отличающихся по многим морфологическим признакам, которые были выделены в два подвида: *Engraulis encrasicolus ponticus* Aleksandrov и *Engraulis encrasicolus maeoticus* Puzanov (Световидов, 1964).

В настоящее время в качестве морфологического критерия используют индекс отолитов (l/d). Данный индекс представляет собой отношение длины отолита к его ширине. Средние значения l/d для азовской и черноморской хамсы были приняты 1,96 и 2,15. У азовской хамсы отношение l/d колеблется от 1,5 до 2,2, у черноморской – от 1,9 до 2,6 (Сказкина, 1965). Однако после проведения дискриминантного анализа было показано, что использование индекса отолитов в качестве единственного различительного признака приводит к возникновению ошибки определения принадлежности к тому или иному подвиду. Вероятность правильного определения с использованием только данного критерия составляет 73,3% (Мельникова, 2011). Также установлено, что данный метод имеет большую погрешность и округление данного параметра необходимо производить до десятых, а средние значения l/d для азовской и черноморской хамсы соответственно надо принять 2,0 и 2,2 (Водясова, 2012).

Таким образом, использование данного критерия в качестве единственного различительного признака является недостаточным, так как значение 2,1 является характерным как для азовской, так и для черноморской популяции. Был разработан дополнительный морфологический критерий для идентификации популяционной принадлежности, который основан на отличии форм отолита и характеризует открытие центральной борозды отолита – угол центральной борозды (ЦБ) отолита β (Водясова, 2013).

В данной работе сделан двухфакторный дискриминантный анализ, в ходе которого были получены классифицирующие уравнения для определения весов азовской и черноморской популяции. Продемонстрировано эффективное использование двух морфологических показателей (l/d и β). Показано, что использование такого показателя как стандартная длина рыбы (SL) излишне.

Полученные классифицирующие уравнения были использованы для определения популяционного состава смешанных скоплений анчоуса выловленного вдоль побережья Крыма в 2010-2011 гг. Выводы о соотношение подвидов совпали с

результатами анализа кривых распределений значений индекса отолитов и угла ЦБ.

Таким образом, полученные в ходе дискриминантного анализа классифицирующие уравнения рекомендованы к использованию при определении подвидовой принадлежности европейского анчоуса в Азово-черноморском бассейне.

Войкина А.В.[1,2], Бугаев Л.А.[1]

[1]Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГБНУ «АзНИИРХ»), ул. Береговая 21в, Ростов-на-Дону, 344007, Россия
[2]Южный федеральный университет, ул. Большая Садовая 105/42, Ростов-на-Дону, 344006, Россия *anna-vojkina@yandex.ru*

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА ГИДРОБИОНТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТРОФИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ПРЕСНОВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Широкое применение современными аграрными хозяйствами различных пестицидов создает угрозу попадания этих веществ через поверхностные и грунтовые воды в экосистему Азовского моря (Соколов и др., 2001). Будучи токсичными веществами, пестициды могут воздействовать не только на биообъекты-мишени, но и на другие организмы, вызывая различные патологические изменения, как у отдельных гидробионтов, так и у целых сообществ (Федоров, 1999).

Целью исследования являлось изучение уровня накопления пестицидов в среде обитания и промысловых рыбах Таганрогского и Ясенского заливов Азовского моря, а также воздействие пестицидов на гидробионтов различных трофических уровней.

Исследовательская часть работы включала в себя полевые и стационарные исследования в аквариальных условиях. Для исследования уровня накопления пестицидов в среде обитания гидробионтов производился отбор проб воды в прибрежных районах Таганрогского и Ясенского заливов Азовского моря в весенний и осенний сезоны.

Исследования показали, что в весенний сезон в течение 2009–2011 гг. в воде прибрежных акваторий наиболее массово встречались метрибузин, тебуконазол, флумиоксазин, ципросульфамид; в осенний сезон – имазалил, имазетапир,

имидаклоприд, метрибузин. Количество присутствующих в воде поллютантов очень варьировало.

Для проведения аквариальных экспериментов по токсическому воздействию вредных веществ на гидробионтов были выбраны четыре пестицида, являющиеся техническими продуктами (действующие вещества) – *Тебуконазол, Метрибузин, Флумиоксазин, Имидаклоприд,* которые наиболее часто встречались в воде Таганрогского и Ясенского заливов Азовского моря в 2008 - 2009 гг. Из 4–х пестицидов готовили две смеси. В *смеси 1* концентрации пестицидов соответствовали их содержанию в воде природных водоемов (мг/л): *Тебуконазол* – 0,0065; *Метрибузин* – 0,007; *Флумиоксазин* – 0,001; *Имидаклоприд* – 0,01. В *смеси 2* концентрации пестицидов были увеличены в 10 раз. В качестве тест-объектов использовали водные организмы разных систематических групп. Все исследования проводили на фоне контроля, который ставили в аналогичных опыту условиях, но без внесения пестицидов

Концентрации пестицидов, аналогичные для воды Таганрогского и Ясенского заливов Азовского моря (*Смесь 1)* не оказывали негативного влияния на фитопланктон (культура сценедесмуса). Концентрации пестицидов, превышающие в 10 раз природные (*Смесь 2*) вызывали стойкое угнетение развития культуры микроводорослей. На высшую водную растительность (элодея) оказывали влияние только длительные (30 дней) воздействия пестицидов высоких концентраций (*Смесь 2*). Пестициды в С*меси 1* не оказывали токсического действия на беспозвоночных животных (ветвистоусые ракообразные и брюхоногие моллюски). Высокие концентрации пестицидов (*Смесь 2*) приводили к снижению численности молоди и подавлению весового роста дафний. Токсический эффект пестицидов в *Смеси 2* на жизнедеятельность брюхоногих моллюсков не проявлялся. Пестициды в обеих концентрациях (*Смесь 1 и 2*) не вызывали тератологических нарушений развития у эмбрионов и мальков бычка-кругляка и предличинок бестера, а также не оказывали влияния на весовой и линейный рост. Концентрации пестицидов на уровне природных (*Смесь 1*) не вызывали изменений биохимических показателей рыб. Высокие концентрации пестицидов (*Смесь 2*) приводили к интенсификации перекисного окисления липидов, ослаблению механизмов антирадикальной защиты и детоксикации.

Гавриленко Г. Г., Здоровеннова Г. Э., Здоровеннов Р.Э., Пальшин Н.И., Ефремова Т.В. Тержевик А.Ю.

ФГБУН Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, пр. А. Невского, 50, г. Петрозаводск, Респ. Карелия, 185030, Россия *nwpi.karelia@yandex.ru*

ОСОБЕННОСТИ КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА МЕЛКОВОДНОГО ОЗЕРА НА ЭТАПЕ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕГО НАГРЕВАНИЯ

На основании анализа данных натурных измерений 2008-2013 гг. рассматриваются особенности термического и кислородного режимов небольшого мелководного озера Вендюрского на этапе весеннее-летнего нагревания. Рассматривается процесс формирования придонной анаэробной зоны в годы с разными синоптическими условиями.

Предлагаемая работа посвящена изучению влияния синоптических условий на мезомасштабную изменчивость термической структуры и кислородного режима мелководного озера на этапе летнего нагревания. Уточнение имеющихся представлений об особенностях термического и кислородного режима водоемов в период открытой воды необходимо для более корректного построения численных моделей и адекватного описания сезонного хода вертикальной термической и кислородной структуры водоема.

В качестве объекта исследования было выбрано оз. Вендюрское, расположенное в южной части Карелии (широта 62º10'-62º20'N, долгота 33º10'-33º20'E) (рис. 1). Озеро относительно небольшое (площадь зеркала 10.4 км^2, объем вод ~5.5·10^7 м^3) и мелководное (средняя глубина 5.3, максимальная – 13.4 м). В период с июля 2007 до июня 2013 гг. на оз. Вендюрском проводилось круглогодичное измерение температуры воды и содержания растворенного кислорода на 2-3 станциях. В анализе синоптических условий района исследований использовались данные по одной из наиболее близко расположенных к оз. Вендюрскому метеостанций Федеральной службы РФ по гидрометеорологии и мониторингу природной среды – ГМС «Петрозаводск» (http://www.gismeteo.ru).

После очищения ото льда происходило полное перемешивание водной массы озера, включая придонные слои в глубоководной части, и разрушение придонной анаэробной зоны, которая формируется в течение подледного периода. В годы

исследований после взлома льда концентрация кислорода в водной толще увеличивалась до 10-11.5 мг·л$^{-1}$, насыщение достигало 80-90%. В мае по мере повышения температуры воды насыщение увеличивалось до 100% при мало меняющихся средних значениях концентрации. В июне концентрация кислорода постепенно уменьшалась до 9 мг·л$^{-1}$ (насыщение 90-100%). К началу июля на фоне повышения температуры воды поверхностного слоя до 15-20ºС концентрации РК в нем снижались до 8-9 мг л$^{-1}$ (при насыщении 80-100%). К концу июля-началу августа концентрация кислорода уменьшалась до 7-8 мг·л$^{-1}$ (80-90%). К концу периода летнего нагревания озера (конец июля-начало августа) толщина слоя с резко выраженным дефицитом кислорода (менее 2 мг·л$^{-1}$) в центральной глубоководной части озера достигала 0.5-1 м, а в отдельные годы на фоне жаркой безветренной погоды была более 2-3 м (2010 и 2011 гг.). Наиболее острая ситуация наблюдалась в озере летом 2010 г.: в период с 1 по 20 августа в трехметровом придонном слое центральной глубоководной котловины концентрация кислорода не превышала 2.0 мг·л$^{-1}$, а в полуметровом - была менее 0.5 мг·л$^{-1}$.

Установлено, что влияние синоптических условий на термодинамику и кислородный режим оз. Вендюрского в период открытой воды существенно. Наиболее благоприятный кислородный режим складывается в озере в прохладные или близкие к климатической норме годы, характеризующиеся неустойчивой погодой с частыми похолоданиями и усилениями ветра. Неблагоприятный кислородный режим характерен для теплых и жарких лет. В такие годы при продолжительной жаркой безветренной погоде в озере формируется устойчивый термоклин, препятствующий аэрации водной толщи и передаче тепла от поверхности к ее нижележащим слоям. Заглубление и разрушение сезонного термоклина в конце периода летнего нагревания озера в такие годы приводит к полному перемешиванию водной массы. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 13-05-00338).

Гармашов А.В., Коровушкин А.И., Толокнов Ю.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Морской гидрофизический институт РАН», ул. Капитанская, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, *ant.gar@mail.ru*

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА СТАЦИОНАРНОЙ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЕ В 2011-2015 ГГ.

Гидрометеорологические наблюдения всегда играли важную роль в народном хозяйстве, обеспечивая безопасность мореплавания и прибрежной инфраструктуры, а также являясь важным элементом поддержания обороноспособности страны. Начиная с 90-х годов XX столетия, отмечается резкое сокращение гидрометеорологических наблюдений в прибрежных районах Черного моря. Поэтому любые измерения гидрометеорологических параметров имеют большую научную и практическую ценность.

Цель настоящей работы состояла в следующем:

1. создать базу данных гидрометеорологических параметров и последующем комплексном анализе временной изменчивости измеряемых на стационарной океанологической платформе (СОП) величин.

2. исследовать характеристики ветровых волн, измеренных на СОП.

Для проведения мониторинга на СОП, расположенной в п.г.т. Кацивели был использован комплекс сбора гидрометеорологических данных (КСГД). Измерения гидрометеорологических параметров проводились с перерывами с 2011 г. по 2015 г. В данной работе приводятся результаты измерений высот волн. За весь период наблюдений было получено больше 19 тыс. часовых измерений возвышения поверхности моря. Из одной записи мы получали максимальную высоту волны и высоту значительных волн (четыре стандартных отклонения возвышений морской поверхности), которая пересчитывалась в среднюю высоту волны. В работе при анализе повторяемостей высот волн взята шкала волнения моря, разработанная и принятая Всемирной метеорологической организацией. Основной критерий, на котором построена эта система, - средняя высота волн.

Спокойное море (средние высоты волн до 0,1 м) наблюдался примерно в 7 % случаев, причем летом штиль достигал 18 %, а

зимой практически не наблюдался. Слабое волнение (до 0,5 м) являлось доминирующим (до 92%) в летние месяцы. В зимние месяцы слабое волнение составляло 55 – 65 %. Легкое волнение (0,5-1,25 м) наблюдалось в 1-12 % случаях, а зимой в 31-43 % случаях. Умеренное волнение (1,25-2,5) наблюдалось только с октября по март, повторяемость данного типа волнения составляет до 2 %. Волнение со средними высотами волн более 2,5 м в районе СОП зарегистрировано не было.

Наименьшие средние высоты волн наблюдались летом, в это время средние высоты волн составляли значения 0,22 – 0,28 м. В летние месяцы максимальные высоты значительных волн могли достигать 1,0 – 1,8 м. А максимальные одиночные волны достигали высоты 3,3 м (июнь). В зимние месяцы происходит значительное усиление волновой активности. Зимой средние высоты волн составляли примерно 0,46 м, что примерно в 2 раза больше, чем летом. Максимальные высоты волн зимой (6,4 м) также в 2 раза больше чем летом. 20 декабря 2012 около 5 часов года была зарегистрирована волна высотой 6,43 м. Развитию данного волнения предшествовал устойчивый ветер восточного направления, начавшийся примерно в 9 часов 18 декабря (скорость ветра около 7,2 м/с). К 24 часам 18 декабря скорость ветра достигала 15 – 16 м/с. В течение 19 декабря достигала 20 м/с, а в порывах могла превышать 26 м/с. 20 декабря скорость ветра постепенно снижалась с 18 м/с до 11 м/с.

Герасимова Е.А.

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения РАН, Россия, Оренбург, ул. Пионерская, 11,
ea-ermolenko@yandex.ru

ЦЕНТРОХЕЛИДНЫЕ СОЛНЕЧНИКИ (CENTROHELIDA, HACROBIA) В ЭКОСИСТЕМАХ СОЛЕНЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ РОССИИ

Изучены видовой состав и распространение центрохелидных солнечников в экосистемах соленых и солоноватых континентальных водоемов России с минерализацией 2.0-42.2 ‰. Описаны редкие и новые для экосистем соленых водоемов виды.

Центрохелидные солнечники, или центрохелиды (Centrohelida Kühn1926) представляют собой обособленную группу одноклеточных протистов, характеризующуюся всесветным

распространением. Центрохелиды являются пассивными хищниками, встречаются в бентосе пресноводных и морских экосистем. Фауна солнечников в континентальных соленых водоемах остается практически не изученной. Информация об их распространении в солоноватых континентальных водоемах представлена единичными публикациями, описывающими 8 видов. Целью исследования стало изучение фауны центрохелидных солнечников в экосистемах соленых и солоноватых континентальных водоемов России.

Исследования проводили в 2013-2015 гг., изучали водоемы Южного Урала (Оренбургская, Челябинская обл.) и Приэльтонья, находящиеся на территории Уральского и Прикаспийского бессточного бассейнов, соответственно. Водоемы Южного Урала характеризуется минерализацией 2.0-22.0 ‰, реки Приэльтонья - 10.0-42.2 ‰. Морфологию покровных структур клеток изучали с применением сканирующего электронного микроскопа Jeol JSM 6510.

В результате исследований впервые изучен видовой состав центрохелидных солнечников соленых озер Челябинской области и дополнен список солнечников соленых рек Приэльтонья. Обнаружено 18 видов центрохелидных солнечников - *Heterophrys marina*, *Polyplacocystis ambigua*, *Polyplacocystis coerulea*, *Pterocystis foliacea*, *Pterocystis pinnata, Heteroraphidiophrys australis*, *Raineriophrys erinaceoides*, *Raineriophrys raineri*, *Choanocystis ebelii*, *Choanocystis perpusilla*, *Choanocystis pelagica, Acanthocystis astrakhanensis*, *Acanthocystis dentata*, *Acanthocystis myriospina*, *Acanthocystis nichollsi, Acanthocystis pectinata*, *Acanthocystis taurica*, *Acanthocystis turfacea*. В соленых реках Приэльтонья (Ланцуг, Солянка, Большая Самородка) найдено 4 вида солнечников - *Polyplacocystis ambigua, Pterocystis foliacea, Acanthocystis turfacea* и *Choanocystis ebelii*. В озерах Челябинской области (оз. Горькое, оз. Соленое, оз. Сосновое, минерализация 3.0-10.0 ‰) впервые обнаружено четыре вида солнечников - *Heterophrys marina*, *Heteroraphidiophrys australis, Acanthocystis dentata* и *A. myriospina.* В озере Большое Городское соляного Илецкого купола Оренбургской области (минерализация 5.0-10.0 ‰) выявлены *Heterophrys marina*, *Polyplacocystis coerulea*, *Choanocystis ebelii*, *Acanthocystis dentata*. Видовой состав реки Тузлукколь в Оренбургской области (минерализация 2.0-22.0 ‰) явился самым богатым и включает 13 видов - *Heteroraphidiophrys australis*, *Raineriophrys erinaceoides*, *R. raineri*, *Pterocystis pinnata, Choanocystis perpusilla*, *C. pelagica*,

Acanthocystis astrakhanensis, *A. dentata*, *A. myriospina*, *A. nichollsi, A. pectinata*, *A. taurica*, *A. turfacea*.

Виды *Polyplacocystis ambigua, Pterocystis foliacea, P. pinnata, Raineriophrys raineri, Choanocystis ebelii, C. perpusilla*, *C. pelagica, Acanthocystis astrakhanensis, A. dentata, A. myriospina, A. nichollsi, A. pectinata, A. taurica, A turfacea* впервые изолированы из соленых и солоноватых континентальных водоемов России. Семь из них *Polyplacocystis ambigua, Pterocystis foliacea*, *P. pinnata*, *Raineriophrys raineri, A. pectinata, A. dentata* и *A. taurica* впервые в мире выявлены в экосистемах соленых водоемов и описаны как эвригалинные. Виды *Heteroraphidiophrys australis*, *Polyplacocystis coerulea*, *Pterocystis pinnata*, *Choanocystis ebelii* и *C. pelagica* являются новыми для фауны России.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РНФ № 14-14-00515, РФФИ №№ 15-44-02467, 15-34-50255, 14-04-00500, 15-29-02479 и областного гранта Министерства образования Оренбургской области в 2015 году (соглашение № 16).

Глобина Л. В.

ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН, ул. Капитанская, д. 2, г. Севастополь, Российская Федерация, 299011, *globinaluba@mail.ru*

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТУРБУЛЕНТНОЙ ДИФФУЗИИ ДЛЯ ВЕРХНЕГО СТРАТИФИЦИРОВАННОГО СЛОЯ ОКЕАНА

Натурные измерения и расчет коэффициента вертикального турбулентного обмена океана занимает одно из приоритетных мест в исследованиях океанологов. Так, для решения достаточно широкого круга задач расчета потоков тепла, соли, растворенных примесей различной природы, требуются адекватные оценки коэффициентов турбулентной диффузии.

Собран и обработан массив данных полученных при помощи оцифровки соответствующих профилей потенциальной плотности σ_θ, скорости диссипации турбулентной энергии ε распределенных по глубине z, по статьям из журналов рецензируемых изданий. В данной работе по соответствующим профилям, которые рассчитывались с использованием данных натурных измерений вертикальных распределений пульсаций скорости в различных

районах океана, при помощи соотношения Осборна, восстанавливалась зависимость коэффициента турбулентной диффузии K_ρ от частоты Вясяйля-Брендта N, для верхнего стратифицированного слоя (от верхней границы до глубины 60 метров).

В результате анализа данных из статей (Anis, 1995, Dewey, 1987) было установлено, что показатель степени α в выражении $K \sim N^{-\alpha}$, в условиях дневного прогрева открытого океана, варьируется в пределах от 4,5 до 3 и уменьшается до 2 во время ночного выхолаживания. Анализ данных из статей (Stansfield, 2001, Lass, 2003, Fer, 2006) показал, что показатель степени α, в зимних условиях фьерда или закрытого моря понижается до 0,8-0,5.

Данное исследование носит прикладной характер и состоит в создании инструмента оценки коэффициента вертикальной турбулентной диффузии в зависимости от стратификации для верхнего слоя океанов и морей.

Голубовская Н.С., Малавенда С.С., Халаман В.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мурманский государственный технический университет»
г. Мурманск, ул. Спортивная 13

СООБЩЕСТВА ОБРАСТАНИЯ, ФОРМИРУЮЩИЕСЯ НА СВЕТОВЫХ И ТЕМНОВЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СУБСТРАТА В ГУБЕ ЧУПА БЕЛОГО МОРЯ

Сообщества обрастания широко используются в качестве экспериментальной модели для изучения последовательности формирования прибрежных сообществ и изучения сукцессионных процессов в целях оптимизации марикультуры.

Изучение динамики и сукцессий сообществ обрастания позволяют получить информацию о темпах и направлениях развития и деградации экосистем при естественных и антропогенных воздействиях. Полученные знания полезны для рационального использование ресурсов Мирового океана. Сообщества обрастания экспериментальных субстратов удобны для изучения сукцессии биообрастания.

Цель работы - изучение сообществ обрастания формирующихся на верхних и нижних поверхностях субстрата.

Сообщества обрастания экспериментальных субстратов удобны для изучения стадий сукцессии биообрастания. Результаты данного исследования можно использовать при строительстве береговых сооружений на Белом море. В основе марикультуры водорослей и двустворчатых моллюсков так же лежат процессы обрастания.

Работа посвящена изучению сообществ обрастания, которые сформировались на экспериментальном субстрате. В качестве субстрата были использованы керамические пластины (15х15 см), которые были вертикально ориентированы на экспериментальном полигоне на глубине 1,5 м, расположенном в бухте Круглая губы Чупа Белого моря (на базе ББС «Картеш»), в течение года. Отбор проб проводился в июне и июле 2014 года. В ходе работы было собрано и обработано 10 пластин, обрастателей аккуратно срезали скальпелем для последующего определения видовой принадлежности.

В ходе работы было определено 26 таксонов животных и 34 вида водорослей. Исследуемое обрастание характеризует начальную стадию сукцессии верхней сублиторали Белого моря и представлено в основном «быстрорастущими» организмами.

«Ядро» первого года обрастания формируют *Polysiphonia urceolata, Chorda filum, Fucus sp., Cladophora sericea, Mytilus edulis, Hiatella arctica, Obelia longissima, Molgula citrina.*

На световой части пластины по количеству видов и по биомассе преобладали водоросли. На теневой части субстрата – седентарные животные.

Показатели биомассы обрастания в 3 раза выше на верхней стороне экспериментальных пластин, так как лучи света хорошо проникают сквозь 1,5 метровый слой воды, что способствует оседанию и росту водорослей.

Наличие водорослево-гидроидного обрастания создает благоприятные условия для оседания животных более поздней стадии скуцессии, таких как *M. edulis u H. arctica*.

Значения индексов видового разнообразия подтверждают предположение о том, что исследуемые сообщества находились на начальной стадии сукцессии.

Работа выполнена по гранту РФФИ № 13-04-01154А

Горбунова С.Ю.[1], Лукьянов В.А.[2]

[1] ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2 *svetlana_8423@mail.ru*
[2]Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова (ФГБОУ ВПО «Курская ГСХА»), ул. Карла Маркса, 70, г. Курск, 305021, Россия, *lukyanov27@mail.ru*

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МИКРОВОДОРОСЛИ *CHLORELLA VULGARIS* НА ТЕМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Среди первичных продуцентов органического вещества в почве, особая роль принадлежит одноклеточным фотосинтезирующим организмам - и цианобактериям. Они создают энергетическую основу для построения пищевых цепей, стимулируют развитие большинства видов микроорганизмов, регулируют доступность минеральных веществ, фиксируют атмосферный азот и, что особенно важно, являются индикаторами загрязнения почв. За период исследований 2012-2015 гг. было установлено, что применение продуктивных штаммов микроводорослей и цианобактерий позволяет усилить микробиологическую активность почв, повысить запасы органического вещества, урожайность и рентабельность производства, в связи с чем, вопросы накопления их биомассы в почве приобретают особую актуальность. Одним из важнейших элементов фундаментальных исследований почвенной альгологии является прогнозирование и расчет потенциальной продуктивности микроводорослей в конкретных почвенных условиях и климатической зоне.

Экспериментальные исследования проводили в лабораторных условиях в накопительном режиме культивирования при интенсивности освещения в области ФАР 60-70 Вт/м^2, с подачей газо-воздушной смеси с 3% CO_2 и постоянном перемешивании. Исследуемые образцы свежей почвы отбирали за 2-3 дня до начала эксперимента. Водную вытяжку приготавливали с соотношении с водой 1:20, после чего центрифугировали и использовали жидкую фракцию для культивирования. Опытный участок представлен темно-серой лесной почвой, среднесуглинистого состава. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 2,3%, щелочногидролизуемого азота (по Корнфилду) - 70 мг/кг,

подвижного фосфора (по Чирикову) – 112 мг/кг, обменного калия (по Масловой) - 129 мг/кг почвы. Реакция почвенной среды сильнокислая (pH 4,4).

Экспериментально показано, что при оптимальных условиях культивирования продуктивность микроводоросли *Chlorella vulgaris* в среднем составляет 0,79 мг сухой биомассы на 1 кг почвы. В естественных условиях отдельных регионов эти значения значительно ниже и находятся в прямой зависимости от климатических условий.

Григорьева А.С., Кравец П.П.

Мурманский государственный технический университет, 183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13, *office@mstu.edu.ru*

СТРУКТУРА ЛИТОРАЛЬНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ *SEMIBALANUS BALANOIDES* КОЛЬСКОГО ЗАЛИВАБАРЕНЦЕВА МОРЯ И ГУБЫ ЧУПАБЕЛОГО МОРЯ

Объектом данного исследования является представитель класса ракообразные (Crustacea) – литоральный *Semibalanus balanoides.* Селится большими колониям на каменистой литорали. Тело этих рачков защищено известковым домиком. Представителей данного вида можно использовать в качестве биоиндикаторов к различным экологическим факторам.

Цель данной работы является изучение размерно-весовой и возрастной структуры литоральных поселений *Semibalanus balanoides*.

Материалом исследования послужили пробы *Semibalanus balanoides*, отобранные с помощью рамки 10х10 см в летний период с 2013 по 2015 год. Пробы отбирались в трехкратной повторности с нижнего, среднего и верхнего горизонтов литорали. В Баренцевом море исследования проведены в Кольском заливе (Абрам-мыс, бухта Белокаменная, губа Пала) на Белом море в губе Чупа (бухта Левая, Круглая и Сельдяная)

На литорали Кольского залива наблюдается тенденция увеличения показателей обилия поселений от кутовой части к устью залива. Наибольшей плотностью и биомассой обладают поселение рачков из Пала-губы. Во всех исследованных районах прослеживается увеличение плотности и биомассы от верхнего горизонта к нижнему, кроме Пала-губы. Это объясняется

увеличением интенсивности водообмена и уменьшением времени осушаемости горизонта.

В Кольском заливе наибольшими морфометрическими параметрами обладают рачки из бухты Белокаменная, а в губе Чупа из бухты Левая.

Во всех исследованных поселениях преобладают особи от 1-3 лет, что свидетельствует о постоянном ежегодном пополнении поселений молодью. На литорали Кольского залива встречаются ракообразные с максимальным возрастом - 6 лет.

Данцюк Н.В., Минюк Г.С., Дробецкая И.В., Чубчикова И.Н.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН», 299011, г. Севастополь, пр. Нахимова 2
nterent@mail.ru

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ БАД ИЗ ЗЕЛЁНОЙ МИКРОВОДОРОСЛИ *HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS* (CHLOROPHYCEAE) И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАРАНТИЙНЫХ СРОКОВ ИХ ХРАНЕНИЯ

При разработке формы выпуска водорослевых БАД важное значение имеет сохранность целевого компонента при длительном хранении. Согласно гигиеническим требованиям к организации производства и оборота БАД на территории РФ (СанПиН 2.3.2.1290-03) на этикетке БАД должны быть указаны гарантийный срок и условия хранения продукта. В связи с этим целью данной работы были: а) адаптация методики анализа содержания астаксантина (АСТ) к конкретной форме БАД (воздушно-сухая биомасса *H. pluvialis*, спиртовый экстракт биомассы и оливковое масло с добавкой АСТ); б) определение сохранности АСТ зависимости от сроков и температурного режима хранения БАД. Образцы хранили в темноте при двух режимах – в холодильнике при 4º С и при комнатной температуре (18-26º С), контролируя в них содержание влаги и АСТ каждые 4-5 недель. Биомассу зрелых (красных) апланоспор *H. pluvialis*, промытых дистиллятом при помощи центрифугирования, наносили тонким слоем на стеклянные пластины, сушили током теплого воздуха, затем 24 ч в вакуумном шкафу (с силикагелем) при 40° С и давлении -0,1 МРа (при затемнении). Сухую биомассу измельчали, фасовали по 1,5 г в стеклянные пенициллиновые флаконы и герметично закупоривали алюминиевыми крышками поверх резиновых пробок.

Анализировали ацетоновые экстракты из навесок 20-30 мг, растертых с кварцевым песком.

Аналогичным способом из 1,9 г сухой биомассы *H. pluvialis* путем растирания с кварцевым песком в 96 % этаноле было получено 260 мл экстракта, расфасованного и запаянного в стеклянные ампулы по 5 мл. Взятые для анализа определенные объемы экстрактов упаривали под вакуумом и перерастворяли в 100 % ацетоне. Содержание АСТ определяли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на силикагеле в системе ацетон:гексан (26:74), с дальнейшей фотометрией элюатов фракций при 480 нм. Исходное содержание АСТ в сухой биомассе составляло 18,14 ± 0,74 мг/г СВ, в спиртовом экстракте – 162,12±14,8 мкг/мл. Для получения продукта «оливковое масло с добавкой астаксантина» этанольный экстракт упаривали под вакуумом досуха и перерастворяли в оливковом масле холодного отжима. Масло фасовали по 10 мл во флаконы из тёмного стекла, укупоренные полиэтиленовой пробкой и завинчивающейся пластмассовой крышкой. Навески масла 35-40 мг для ТСХ анализа переносили в пикнометры объёмом 10 мл и растворяли в 100 % ацетоне. Исходное содержание АСТ в образцах масла составляло 16,86±0,51 мг/г.

Было показано, что наиболее сберегающей формой БАД является раствор АСТ в оливковом масле, содержащем в качестве природного стабилизатора АСТ α-токоферол. Эту форму БАД при указанном выше способе расфасовки можно хранить при комнатной температуре, так как независимо от температурных условий, потери АСТ за 29 недель хранения составляли 9,1-9,5 % от его исходного содержания. Для спиртовых экстрактов АСТ из биомассы *H. pluvialis* следует рекомендовать хранение в бытовом холодильнике. В этом случае содержание АСТ за тот же период снизилось на 12,1 %, против 21 % при хранении проб при комнатной температуре. Наихудшая сохранность АСТ была отмечена в образцах воздушно-сухой биомассы (влажность не более 5 %). Хранение в бытовом холодильнике флаконов, закатанных алюминиевыми колпачками, сопровождалось изменением цвета биомассы с тёмно-красного до зеленовато-бурого и снижением содержания АСТ на 35,8 %. При комнатной температуре внешний вид образцов не менялся, но потери АСТ также были существенными – 27,6 %, что может объясняться погрешностями упаковки и метода сушки биомассы. Полученные результаты указывают на необходимость дальнейшей оптимизации способа получения сухой биомассы и изменения

формы выпуска БАД для увеличения её гарантийных сроков хранения.

Димова М.Д.[1], **Мадьярова Е.В.**[1], **Гурков А.Н.**[1], **Лубяга Ю.А.**[1], **Верещагина К.П.**[1], **Аксенов – Грибанов Д.В.**[1], **Адельшин Р.В.** [1,2], **Тимофеев М.А.**[1]

[1]НИИ биологии ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет», Иркутская область, г. Иркутск, 664003, ул. Ленина 3;
[2]НИПЧИ Сибири и Дальнего Востока, Роспотребнадзора, Иркутская область, г. Иркутск, 664047, г. Иркутск, ул. Трилиссера, 78.

ВЫЯВЛЕНИЕ ДНК МИКРОСПОРИДИЙ В ГЕМОЛИМФЕ ШЕСТИ ЭНДЕМИЧНЫХ БАЙКАЛЬСКИХ АМФИПОД И ОДНОГО ПАЛЕАРКТИЧЕСКОГО ВИДА *GAMMARUS LACUSTRIS*

Микроспоридии – уникальные представители паразитофауны, сочетающие свойства как эукариотических, так и прокариотических организмов. Они являются облигатными внутриклеточными паразитами, которые вызывают инфекции практически у всех эукариотическиех организмов. В настоящее время описано около 187 родов и более 1300 видов микроспоридий, из которых почти половина заражают гидробионтов и около 50 родов инфицируют водных членистоногих.

Озеро Байкал является самым глубоким и одним из древнейших озер на планете, и отличается богатой эндемичной фауной с преобладанием членистоногих. Амфиподы в озере представлены более чем 350 эндемичными видами и подвидами. Они освоили практически все глубины и все типы субстратов. Возраст и географическая изоляция этой группы организмов создают возможность для изучения отношений между паразитом и хозяином, эволюции и генетического разнообразия паразита. Но в настоящее время данные по микроспоридиям амфипод Байкала остаются неполными.

На предмет зараженности микроспоридиями нами были исследованы байкальские эндемичные амфиподы, среди которых глубоководные и литоральные виды, а также для сравнения степени зараженности микроспоридиями и генетического разнообразия паразита нами был исследован палеарктический вид – *G. lacustris,* образцы которого были собраны в Республике Хакисия (оз. Шира) и в заводи реки Ангары, г. Иркутск (о. Юность).

Таким образом, нами были получены 23 нуклеотидные последовательности ДНК микроспоридий (участок гена *ssrDNA*) длиной 653 п.н., выделенной из гемолимфы шести эндемичных байкальских амфипод: *Acantagammarus loppaceus longispinus, A. maculosus*, *Pallasea cancellus*, *Eulimnogammarus verrucosus*, *E. cyaneus*, *E. marituji* и одного палеарктического вида – *G. lacustris.* На основе полученных последовательностей было построено филогенетическое древо (программа Mega 6.1), по топологии которого было выявлено четыре отдельных кластера. В первом и третьем идентифицирован полифилетический род – *Microsporidium* (*Microsporidium*1, *Microsporidium*2). Второй кластер объединил последовательности ДНК микроспоридий относящихся к роду *Dictyocoela*. Также к третьему кластеру был отнесен род *Enterocytospora*. Четвертый кластер объединил последовательности, относящиеся к роду *Nosema.*

Так как в данной работе для поиска ДНК микроспоридий (участок гена ssrDNA) использовался пул гемолимфы амфипод одного вида (1-50 особей на пробу), было решено проанализировать степень заражённости отдельных особей с использованием теории вероятностей, был проведён математический анализ, в основу которого легла теорема о сложении вероятностей и операция объединения событий, известные из теории вероятностей. Так было установлено, что особи, выловленные в бух. Большие Коты гораздо слабее заражены микроспоридиями, или не заражены вовсе, чем в бух. Листвянка. Наибольшая степень зараженности микроспоридиями наблюдается у вида - *P. cancellus,* обитающего в пос. Листвянка. Также установлено, что особи вида *E. verrucosus* заражены паразитами, которые относятся к трем разным родам. Вероятность зараженности одной особи, паразитами рода *Dictyocoela* примерно на 1 % выше, чем родами *Microsporidium2* и *Nosema.*

Данное исследование частично поддержано грантами: РФФИ № 14-04-00501, № 15-04-06685 и № 15-29-01003, базовой части госзадания Минобрнауки № 1354–2014/51 и проектной части госзадания Минобрнауки 6.382.2014/К.

Дмитриева Е.С., Храмцова А.М., Широков Д.А.

ВНИРО, 107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17,
knot52mdxiv@gmail.com

ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАСКАДА ПРУДОВ УСАДЬБЫ «СТЕПАНОВСКОЕ»

В июне 2011 года выполнялось экологическое исследование прудов усадьбы «Степановское» в рамках комплексного экологического мониторинга. На двух верхних прудах (Крестьянский и Семин) и на трех нижних (Сажилка, Ямка и Быков), были отобраны пробы поверхностной воды и пробы донных отложений для биотестирования и анализа на содержание тяжелых металлов.

Пробы воды и водные вытяжки донных отложений исследовались в фильтрованных пробах на стандартных тест-организмах: фитопланктон (одноклеточные водоросли *Scenedesmus quadricauda* (Turh.) Breb.), зоопланктон (ракообразные *Daphnia magna* Straus*)* [1].

В качестве критерия токсичности при анализе воды и водных вытяжек донных отложений на ракообразных служила тест-функция – выживаемость организмов, на водорослях – изменение уровня замедленной флуоресценции по отношению к контролю, характеризующее скорость фотосинтеза водорослей (и изменение численности водорослей) Результаты биотестирования воды и донных отложений с использованием двух тест-объектов, показали, что наиболее повышенное содержание биогенных элементов (азот, фосфор) в водоемах содержится в прудах (Семин, Быков, Сажилка), что вызывает эвтрофикацию за счёт количественного развития планктонных одноклеточных водорослей (до 100 и более процентов). Крестьянский пруд и пруд Ямка также эвтрофированы, но в меньшей степени (35-59%).

В пробах воды и донных отложений также определяли содержание металлов (Pb, Cu, Mn, Fe, Cd, Ni, Zn, Co) атомно-абсорбционным методом на спектрометре Квант-Z.Эта [2, 3]. Как правило, в воде превышения $ПДК_{р/х}$ не обнаруживались, но Крестьянский пруд отличался высокими концентрациями Cu (до 1,5 $ПДК_{р/х}$), а Быков – Mn и Zn (до 2-4 $ПДК_{р/х}$). Нормативы содержания металлов в донных отложениях не установлены, поэтому для примерной оценки полученных концентраций результаты сравнивали с нормативами для почв. Крестьянский пруд также показал высокие содержания Cu, а Быков – Zn и Cu.

Проведённый комплексный анализ показал, что пруды усадьбы «Степановское» по эколого-токсикологическим параметрам находятся в неудовлетворительном состоянии (по эвтрофирующему эффекту и содержанию некоторых биогенных металлов). После санитарной очистки прудов, замены воды, грунтов и почв береговой зоны возможно использование прудов для возможной организации любительского рыболовства и рекреации.

По результатам проведённого исследования сделаны выводы, что пруды, находящиеся в подобном состоянии, необходимо подвергать экологической реабилитации, чтобы в дальнейшем их можно было использовать в рекреационных и рыборазводных целях.

1. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. Утв. МПР России 27 апреля 2001г. Изд.- во РЭФИ, НИА-Природа, М., 2002г.

2. РД 52.24.377-2008 Массовая концентрация алюминия, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, свинца, серебра, хрома и цинка в водах. Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции. / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. - Ростов-на-Дону: Росгидромет, ГУ ГХИ, 2008 г.

3. РД 52.18.685-2006 Методические указания. Определение массовой доли металлов в пробах почв и донных отложений. Методика выполнения измерений методом атомно-абсорбционной спектрофотометри / СПб.: Гидрометеоиздат, 2006. 30 с.

Дорошенко Ю.В.[1], Гирич Т.Е.[2]

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2 *julia_doroshenko@mail.ru*

[2]ГБОУЦДОД «Малая академия наук г.Севастополя», пр. Генерала Острякова, 163, г. Севастополь, Россия, *nico_nico_13@mail.ru*

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОЛУБОЙ БУХТЫ В РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Современная концепция развития Севастопольского региона, как экополиса, соответствующего международным стандартам, нуждается в изучении экологического состояния и оценке загрязнения прибрежных экосистем.

Полигоном для исследования выбрали акваторию Голубой бухты (район пляжа). Для сравнения использовали акваторию дикого пляжа Голубой бухты, с меньшей степенью антропогенной нагрузки. Бухта расположена на побережье Черного моря, примерно 11 км на юго-запад от Севастопольской бухты, на юге мыса Херсонес. Бухта Голубая неглубоко врезается в берег и включает в себя два пляжа. Длина около 300 м. Бухта находится неподалеку от дачных поселков, отелей, различных развлекательных заведений, что означает вероятность выброса загрязняющих веществ в акваторию исследуемой бухты. Так же Голубая бухта довольно популярна среди гостей нашего города и местных жителей, что несет дополнительную антропогенную нагрузку.

Гетеротрофные бактерии являются одним из показателей степени эвтрофирования водоёма и позволяют оценить качество морской воды. Численность нефтеокисляющих, липолитических, амилолитических и фенолокисляющих бактерий характеризует степень антропогенного загрязнения прибрежной полосы.

Цель работы заключалась в определении динамики численности гетеротрофных, нефтеокисляющих, липолитических, амилолитических и фенолокисляющих бактерий в обрастаниях и морской воде в прибрежной зоне моря.

Отбор материала для микробиологических анализов производили каждые 2 недели на пляже в Голубой бухте, а также вдали от него (район дикого пляжа). Отбор проб обрастаний и морской воды проводили с июля по сентябрь.

За исследуемый период общая численность гетеротрофных бактерий в воде грязного района (район пляжа) бухты Голубой колебалась от 250 до 9,5 тыс. кл./мл, а численность в воде чистого района (вдали от пляжа) бухты Голубой была на порядок ниже.

Численность нефтеокисляющих бактерий в воде грязного района б. Голубой варьировалась в диапазоне от 4,5 до 250 кл./мл, вдали от пляжа – от 7,5 до 45 кл./мл.

Показано, что значения численности бактерий в морской воде на 2-3 порядка ниже, чем в перифитоне. Следует отметить, что фенолокисляющие бактерии в морской воде не выявлены. Наличие нефтеокисляющих, липолитических и амилолитических микроорганизмов свидетельствует о присутствии в воде загрязнений органического происхождения.

Установлено, что ведущая роль в самоочищении водоемов принадлежит именно бактерия, что связано с наличием у них мощной ферментативной системы позволяющей переключаться на потребление с одних источников углерода и энергии на другие.

Проведён сравнительный анализ численности перечисленных групп бактерий в перифитоне и морской воде в районах с различной антропогенной нагрузкой. Исследованы закономерности распространения и численность гетеротрофных бактерий перифитона и морской воды в Голубой бухте (Севастополь, Чёрное море). Полученные результаты численности различных групп бактерий в морской воде свидетельствуют о том, что Голубая бухта не подвержена хроническому нефтяному загрязнению, но все же подвергается выбросам загрязняющих веществ, поступающих с береговой полосы, а так же антропогенной нагрузке в летний период.

Доценко С.Ф., Базыкина А.Ю.

ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь, ул. Капитанская 2, 299001, Россия *sf_dotsenko@mail.ru*

НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ДЛИННЫХ ВОЛН В МОРСКИХ КАНАЛАХ

Выполнен численный анализ распространения нелинейных одиночных поверхностных длинных волн при распространении в каналах переменного поперечного сечения. Проанализирована эволюция таких волн вдоль канала в зависимости от изменений геометрии сечения. Задача о распространении волн решалась численно в рамках каналовой модели длинных волн с учетом донного трения, в которой в качестве основных переменных используются осредненные по поперечному сечению канала горизонтальная скорость и смещения свободной поверхности жидкости. Фактически рассматривается одномерное распространение нелинейных волн.

Показано, что влияние нелинейности на волну повышения проявляется в увеличении в процессе распространения крутизны волны в области переднего склона, а это приводит в последующем к ее обрушению. Крутизна переднего склона волны понижения с течением времени уменьшается, а крутизна заднего склона растет. Локальная горизонтальная скорость волнового течения изменяется пропорционально смещению свободной поверхности. Длина и высота волны под влиянием нелинейности уменьшаются незначительно. При распространении волны в канале постоянной глубины на участках расширения канала смещения свободной поверхности в волне и горизонтальная скорость убывают, на

участках сужения канала наблюдается противоположный эффект. Длина волны в процессе распространения остается практически неизменной.

Выполнен сравнительный анализ изменения высот нелинейной и линейной одиночных волн при распространении над подводным склоном с постоянным уклоном дна. Рост высот линейных волн, распространяющихся в канале с уменьшающейся глубиной, происходит более значительно, чем нелинейных. С ростом уклона дна наблюдается увеличение разницы высот линейных и нелинейных волн.

Численно проанализировано распространение длинных волн в каналах с различной формой поперечного сечения. Показано, что расстояние, которое волна проходит до обрушения, уменьшается с увеличением начальной амплитуды волны, уменьшением ее длины и максимальной глубины канала в поперечном сечении. Наибольшую длину путь, пройденный волной до обрушения, наблюдается в канале прямоугольного поперечного сечения, наименьшую – в канале треугольного поперечного сечения. Что касается влияния на элементы волны донного трения, то оно приводит к увеличению расстояния, пройденного волной до обрушения, а также вызывает уменьшение высоты волны.

Дробосюк Н.С.

Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Севастополь, ул. Героев Севастополя, 7, Россия *geoeco@msusevastopol.net*

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛАНДШАФТА В РАЙОНЕ ПЛЯЖА «ЛЮБИМОВКА» (СЕВАСТОПОЛЬ)

Изменения прибрежной зоны под воздействием нерационального природопользования характерны для побережий всех морей и океанов в большей или меньшей степени. Природные риски характерны для участка Черноморского побережья Крыма в районе северной окраины Севастополя – такие процессы, как оползни, овалы, высокие темпы абразии и размыва, линейная и плоскостная эрозия, непостоянство русла реки Бельбек, которые обуславливают изменчивость пляжа. С другой стороны, отмечается заметное антропогенное загрязнение пляжных ресурсов, в последнее время наблюдается изменение количества и структуры отдыхающих. Все эти факторы влияют на формирование структуры

природопользования территории пляжа Любимовка. В ходе полевой практики, предметом исследования выступал рекреационный ландшафт приморского района.

Задачи: сбор и анализ статистические данных, качественный и количественный анализ состояния рекреационного ландшафта пляжа Любимовка.

Для осуществления вышеперечисленных задач были использованы методы социально-экономической и физической географии:

- наблюдения и описания, проведения площадных стационарных наблюдений;
- картографический: сбор информации по картировочным бланкам, построении транссекты по профилю;
- ландшафтного профилирования (от зоны контакта суши и моря до ближайшего водораздела);
- статистический, проведение и обработка данных анкетирование и опросов. В рамках маршрута была проведен опрос «Перспективы развития туризма в Республике Крым / г. Севастополь». Опрос состоял из 10 вопросов, исследующих мотивы, предпочтения и впечатления отдыхающих.

Пляж «Любимовка» размещен на северной окраине г. Севастополя, расположен у устья р. Бельбек. Берег между устьем реки Бельбек и береговым уступом отмелый: с пологим откосом и движением большей части обломочного материала в сторону берега. По составу слагающего материала пляж является смешанным (песчанно-галечным), большая часть гальки – 2-3 класса окатанности, уплощенной формы. Растительные сообщества оползневых амфитеатров Любимовского побережья – тростниково-злаковое разнотравье с доминированием тростника и порея.

Результаты измерений говорят о том, что нагрузка на пляж возрастает ближе к вечеру, в послерабочее время. Кроме того, локальный максимум приходится на предобеденное время, что может объясняться дальнейшим повышением солнечной активности после 12 часов.

Факторами, повышающие антропогенную нагрузку на пляж, являются расположенные поблизости парковки машин и жилые строения. В тоже время, инфраструктура развита слабо, в частности на территории пляжа отсутствуют торговые точки, культурно-развлекательные объекты.

Таким образом, рекреационная нагрузка на пляж относительно небольшая и не превышающая его ёмкости и, таким образом, данный ландшафт успевает восстанавливаться.

Евстигнеева Н.А.

ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь, ул. Капитанская 2, 299001, Россия *naevstigneeva@yandex.ru*

РАСЧЕТ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ В ОКТЯБРЕ 2010 ГОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ И СОЛЕНОСТИ

Восстановление трехмерной структуры гидрофизических полей с помощью отдельных контактных измерений – одна из актуальных задач современной океанологии. В (Демышев, 2013) для исследования прибрежной циркуляции Черного моря предложена технология, основанная на последовательной оптимальной интерполяции данных наблюдений по температуре и солености в гидродинамической модели (Демышев, 1992), которая позволяет реконструировать непрерывную пространственно-временную изменчивость полей уровня, течений, температуры и солености.

В данной работе проведен анализ вертикальных профилей температуры и солености, измеренных в ходе экспедиции 67-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» в октябре 2010 г., используемых в дальнейшем при восстановлении гидрофизических полей на основе ассимиляции данных. Рассматривалась область Черного моря, ограниченная параллелью $45{,}5^\circ$ с.ш. и расположенная между меридианами 29,5 и $33{,}5^\circ$ в.д., для которой максимальная глубина не превышала 50 м. Отмечены особенности распространения речных вод вблизи устьев рек. Изучены особенности гидрологических процессов в осенний период на шельфе, проведены расчеты для выбора параметров блока ассимиляции температуры и солености. Выполнены вспомогательные численные эксперименты по оценке чувствительности модели к изменению параметров гидродинамической модели и параметров блока ассимиляции.

Реконструированы непрерывные по времени и пространству поля уровня, течений, температуры, солености с высоким разрешением (1,6 км по горизонтали и 44 горизонта по вертикали) в период с 10 по 16 октября 2010 г. на северо-западном шельфе Черного моря в октябре 2010 г. на основе гидродинамической модели с усвоением данных наблюдений при учете реального атмосферного воздействия и проведен их анализ.

Установлено, что в рассматриваемый период времени происходило охлаждение и распреснение поверхностных вод,

которое наиболее ярко проявлялось в мелководных районах. Воды с температурой >17ºС и соленостью >17 ‰ располагались на востоке полигона, воды с температурой <16ºС и соленостью <16 ‰ – вдоль западного побережья. С учетом данных наблюдений в центральной части области наблюдались зоны более холодной распресненной и теплой соленой воды относительно прилегающих вод. В целом, реконструированные термохалинные поля характеризовались по горизонтали увеличением значений с запада на восток, по вертикали – относительной однородностью.

Так как в период выполнения съемки наблюдалась достаточно изменчивая синоптическая ситуация и протекали интенсивные процессы горизонтального и вертикального перемешивания вод, была получена достаточно сложная картина циркуляции вод, характеризующаяся струями (в центре области) и вихревыми образованиями (в районе Тендровского залива, вблизи г. Одесса и в центральной области). Также во всем слое при воздействии подводной ложбины на течение сформировался циклонический вихрь с радиусом ~15 км в центральной части области. На горизонтах 20 – 30 м наблюдалось интенсивное струйное течение, направленное на север.

Ершова А.А., Морева О.Ю., Чупаков А.В., Климов С.И., Неверова Н.В.

ФГБУН Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Россия, г. Архангельск, 163000, наб. Северной Двины, 23;
anna.a.ershova@gmail.com

СОДЕРЖАНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА УЧАСТКЕ ДЕЛЬТЫ И ПРИУСТЬЕВОГО ВЗМОРЬЯ РЕКИ СЕВЕРНАЯ ДВИНА

Речные системы Севера составляют единое целое с окраинными морями, и изменение состояния качества вод в реках неизбежно скажется на состоянии морей. Северная Двина (длина 744 км, площадь водосбора 357 тыс. км^2) дренирует огромную часть территории Европейского Севера России (ЕСР) и выносит в Белое море более 50% растворенных и взвешенных веществ.

Сложность гидрохимического режима устьевой области Северной Двины определяется наличием крупного промышленно-транспортного узла (Архангельск, Северодвинск и Новодвинск), а также влиянием вод Белого моря посредством проникновения в дельту длинных волн приливного и ветрового генезиса. Кроме того,

устьевые области рек (области маргинальных фильтров) являются глобальным фильтром взвешенного и растворенного вещества поступающего в моря с суши.

Пространственно-временное распределение биогенных веществ в водах дельты и взморья отличается большим разнообразием, что связано с изменением концентрации биогенных элементов под влиянием физико-химических и биологических процессов, имеющих в зонах смешения ряд особенностей.

В летние сезоны 2012-2013 годов в устьевой области реки Северной Двины и устьевого взморья были отобраны пробы воды, в которых определено содержание растворенных форм соединений азота (минеральный – нитриты, аммонийный азот, нитраты), соединений фосфора (минеральный – фосфаты), растворенных форм соединений кремния фотометрическими методами.

Содержание фосфатного фосфора изменялось в интервале 13,3-28,0 мкгР/л, максимальные значения были зафиксированы в черте города Архангельск в районе Яхтклуба. На взморье значения концентрации фосфатов были от 13,3 мкгР/л до 25,5 мкгР/л, увеличиваясь к придонному горизонту. Средняя концентрация фосфатов в воде взморья составила 20,3 мкгР/л.

Содержание нитритного азота незначительно, варьирует в пределах от 0,2 до 3,4 мкгN/л. Средняя концентрация нитритов в воде взморья составила 1,1 мкгN/л.

Содержание аммонийного азота в исследуемых районах невелико и находится в пределах от 2,5 до 42,8 мкгN/л (среднее – 24,5 мкгN/л). Это, возможно, связано с расходом аммонийного азота на развитие фитопланктона в данный период.

Содержание кремния на акватории города Архангельска составляло 2105-2277 мкг/л и было наиболее однородным на различных участках реки. В зоне смешения кремний ведет себя консервативно как на малой, так и на полной воде, образуя обратную линейную связь с соленостью.

Пространственное распределение биогенных элементов обнаруживает четкую взаимосвязь с гидродинамикой вод. Наблюдается отчетливая зональность в распределении биогенных элементов, которая обусловлена гидрофизическими условиями распределения речных и морских вод. По полученным результатам были рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона. Выявлена значимая обратная корреляционная связь между соленостью и кремнием ($r=-0,90$, $p \leq 0,01$, $n=7$), значимая прямая корреляционная зависимость между соленостью и нитритами ($r=-0,89$, $p \leq 0,01$, $n=7$). С аммонийным азотом, фосфатами за исследуемый период

наблюдений значимой корреляции выявлено не было. В целом, содержание биогенных элементов находится в пределах значений, установленных в предыдущие годы исследований.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФАНО России в рамках темы (проекта) № 0410-2014-0030, Программы УрО РАН №15-2-5-37, Программы УрО РАН 15-12-5-49, Программы УрО РАН № 15-15-5-24.

Ефимова Т.В., Чурилова Т.Я., Муханов В.С., Манжос Л.А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
tatyana-iefimova@yandex.ru

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИТОПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ СЕВАСТОПОЛЯ

Развитие методов определения скорости фотосинтеза микроводорослей по показателям флуоресценции хлорофилла *a* - актуальное направление продукционной гидробиологии, поскольку эти методы позволяют проводить измерения первичной продукции в море на интактных пробах и практически в режиме реального времени. Для использования этого подхода на природном фитопланктоне необходима оценка внутригодовой вариабельности параметров, характеризующих способность фотосинтетических единиц (ФСЕ) клеток микроводорослей поглощать кванты света и эффективность использования этой энергии реакционными центрами (РЦ) на фотохимические реакции.

В рамках биооптического мониторинга прибрежных вод Севастополя в течение 2013 – 2014 гг. выполнены измерения показателей переменной флуоресценции хлорофилла а: величины среднего эффективного сечения поглощения света антенными пигментами (σ_{PSII}) одной фотосинтетической единицы фотосистемы 2 (ФС2) и максимального квантового выхода фотохимических реакций ФС2 (ϕ) фитопланктона поверхностного слоя вод трех станций: фоновая станция (1) расположена в двухмильной зоне от берега (44°37’26’’ с. ш., 33°26’05’’ в. д.); станция 2 – вблизи Константиновского равелина (44°37’26’’ с. ш., 33°30’46’’ в. д.), станция 3 – в Сухарной балке (44°37’01’’ с. ш., 33°34’20’’ в. д.).

Диапазон вариабельности анализируемых параметров за весь период наблюдений составил: σ_{PSII} - от 400 до 1200 $Å^2$ квант $^{-1}$, φ – от 0,46 до 0, 68. На фоновой станции значения σ_{PSII} изменялись от

900 ± 200 Å^2 квант $^{-1}$ в зимне-весеннее время до 610 ± 130 Å^2 квант $^{-1}$ в летние месяцы, и достигали 950 Å^2 квант $^{-1}$ осенью. На станции 2 величина этого параметра уменьшалась от 930 ± 120 Å^2 квант $^{-1}$ в зимне-весенний период до 780 ± 70 Å^2 квант $^{-1}$ летом и осенью. В кутовой части бухты (станция 3) тенденция изменения данного параметра на протяжении года несколько отличалась: его величина незначительно увеличивалась от зимнего (800 ± 60 Å^2 квант $^{-1}$) к весенне-летнему периоду (910 ± 90 Å^2 квант $^{-1}$), а минимальные значения σ_{PSII} (760 ± 70 Å^2 квант $^{-1}$) были получены осенью.

Величина ϕ в период исследований варьировала на станции 1 – от 0,46 до 0,67 (в среднем 0,56 ± 0,06); на станции 2 – от 0,52 до 0,65 (в среднем 0,57 ± 0,04); на станции 3 – от 0,50 до 0,64 (в среднем 0,58 ± 0,04). Таким образом, исследованные районы практически не различались по этому параметру.

Для годовой динамики σ_{PSII} в основном характерны более высокие значения в холодное время и их снижения в теплое время года, хотя в кутовой части бухты отмечена обратная тенденция. Величина σ_{PSII} определяется относительным размером антенны вспомогательных пигментов, которая изменяется в результате адаптации клеток к условиям среды, главным образом, интенсивности света. Кроме условий среды на величину σ_{PSII} влияет тип фотоадаптивной реакции фотосинтетического аппарата микроводорослей, который имеет таксономическую специфику и у отдельных групп может выражаться в изменении: (1) размеров фотосинтетических единиц (ФСЕ), (2) - количества ФСЕ в клетках, либо (3) и размеров и количества ФСЕ. Биомасса фитопланктона в районе исследований в основном была представлена видами, относящимися к трем классам водорослей: Bacillariaphyceae, Dinophyceae и Primnesiophyceae, без четко выраженной сезонной сукцессии фитопланктона, что характерно для прибрежных вод со сложной гидродинамикой и выраженным влиянием берегового стока. Отмечено изменение доли пикопланктона в общей биомассе фитопланктона в течение года, причем характер динамики в открытых водах и в Севастопольской бухте отличался. Наибольший вклад пикопланктона в биомассу и наиболее выраженный его сезонный ход получен в районе Сухарной балки. Предполагаем, что отсутствие четкой сезонной смены доминирующих таксонов, а также изменение в течение года доли пикофракции в составе фитопланктона не позволило проследить фотоадаптивную реакцию фотосинтетического аппарата клеток фитопланктона поверхностного слоя вод Севастопольской бухты в период исследований.

Железнова С. Н., Харчук И.А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
zheleznovasveta@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ДИАТОМОВОЙ ВОДОРОСЛИ *CYLINDROTHECA CLOSTERIUM* (EHRENB.) REIMANN ET LEWIN ПРИ ОБЕЗВОЖИВАНИИ

Диатомовые водоросли широко распространены в природе и образуют колоссальные количества органического вещества. Диатомовая водоросль *C. closterium* является ценным сырьем для получения биологически активных веществ. Специфический биохимический состав микроводоросли обусловлен высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (22% от сухой биомассы) и фукоксантина (1-1.5 % от сухой массы). Фукоксантин (*Fc*) обладает антиоксидантными, антимутогенными и антиканцирогенными свойствами (Kotake-Nara et al., 2001; Das et al., 2008), поэтому *C. closterium* является перспективным объектом современной биотехнологии. Для получения биологических препаратов из водорослей удобно работать с высушенными культурами, однако при обезвоживании клеток происходят изменения в их биохимическом составе. Научный интерес представляет высушивание клеток с наименьшими потерями ценных веществ. Цель данной работы – изучить изменение биохимического состава микроводоросли *C. closterium* до и после обезвоживания.

Объект исследования - диатомовая водоросль *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimann et Lewin (штамм IBBS –1CC1) из коллекции культур микроводорослей отдела экологической физиологии водорослей ИМБИ РАН. Культуру *C. closterium* выращивали на модифицированной питательной среде F, в режиме накопительного культивирования в фотобиореакторах плоскопараллельного типа с рабочим объёмом 2 л, слоем 5 см, при круглосуточном освещении лампами ЛБ-40 (средняя освещённость рабочей поверхности – 13,25 клк), при постоянной температуре 20±1°С и pH среды 8 – 9, и автоматическом перемешивании с использованием насоса для удаления избытка кислорода из среды и равномерного прогрева всего слоя питательного раствора культуры. На стационарной стадии роста клетки концентрировали путём центрифугирования на центрифуге ОПН-3. Затем

обезвоживали в термостате в течение 24 часа при температуре 40°С. Клетки водоросли были высушены до остаточной влажности 8-10 %. Содержание пигментов, белков, липидов и углеводов определяли спектрофотометрическими методами на приборе СФ-2000.

Анализ биохимических компонентов клеток водоросли *C. closterium* до и после обезвоживания показал, что после дегидратации происходит полное разрушение хлорофилла *a* и частичное разрушение фукоксантина (*Fc*), концентрация хлорофилла *c* при этом не изменялась. Зафиксировано, что в процессе обезвоживания содержание фукоксантина снижалось на 40 %. Этот процесс можно объяснить тем что, фукоксантин образуя светособирающие белковые комплексы с хлорофиллом *c*, предохраняет его от разрушения. Поэтому при обезвоживании клеток мы наблюдали уменьшение количества *Fc* с 8,9 мг/г до 5,3 мг/г сухой биомассы. Так же зарегистрировано значительное разрушение суммарных липидов и углеводов при высушивании, их содержание понизилось в 2 и 2,5 раза соответственно. Доля суммарных белков при этом изменялась незначительно, снизилась на 8% .

Таким образом, в процессе обезвоживания в клетках *C. closterium* происходят сложные физико-химические перестройки. В процессе удаления воды повреждаются многие клеточные биомембранны, следствием этого является полное разрушение хлорофилла *a* и частичное разрушение липидов, углеводов и фукоксантина.

Жондарева Я.Д., Горбунова С.Ю.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
janochka-kerch@yandex.ru

СТОЧНЫЕ ВОДЫ КРОЛЕФЕРМ КАК ИСТОЧНИК БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РОСТА *ARTHROSPIRA PLATENSIS* (NORDST.) *GEITLER*

Использование прокариотической микроводоросли *Arthrospira platensis* как природного источника высококачественного полноценного белка и витаминов для людей и животных известно еще с античных времен.

Обычно культуры микроводорослей выращивают на минеральных питательных средах в контролируемых условиях на свету. Однако такие среды не всегда отвечают требованиям для достижения высокой продуктивности культуры, например, недостаток биогенных элементов может лимитировать рост микроводорослей. Такой лимит можно компенсировать путем перехода на миксотрофный тип питания, внося в среду биогенные элементы органического происхождения.

Важной способностью водорослей является то, что они могут ассимилировать в качестве ростового субстрата более 90 % всего азота и фосфора сточных вод. Частичная либо полная замена дорогостоящих минеральных солей, входящих в состав питательных сред для культивирования растительных клеток, на дополнительно вводимую вытяжку сельскохозяйственных отходов позволяет снизить себестоимость их производства.

Все органические удобрения имеют такие важные компоненты для нормального роста *Arthrospira platensis*, как азот, фосфор и калий. В литературе имеется много сведений по культивированию микроводорослей, в частности и спирулины, на продуктах жизнедеятельности сельскохозяйственных животных. Особое внимание уделяется куриному помету. Однако к числу полных органических удобрений можно отнести и кроличий навоз, несмотря на его достаточно редкое использование.

Цель работы заключалась в оценке возможности использования сточных вод кролеферм в качестве ростового стимулятора низших фототрофов *Arthrospira platensis*.

Эксперимент проводили в 4-х вариантах (далее №1 – контроль, №2, №3 и №4). В контрольном варианте опыта при культивировании спирулины использовали минеральную питательную среду Заррук. Отличие опытных вариантов заключалось в продолжительности сбраживания органического удобрения влажностью 72,5 %. Таким образом, вариант №2 соответствует 7-дневному, №3 – 14-дневному, №4 – 21-дневному сбраживанию. Для осаждения взвеси и снижения мутности полученный раствор центрифугировали и фильтровали.

Микроводоросли культивировали непрерывным способом в накопительном режиме. Во всех вариантах эксперимента рост микроводорослей имел типичную S-образную форму.

Аппроксимированием линейной фазы накопительной кривой роста вычислили основные кинетические характеристики роста культуры для всех вариантов эксперимента. С увеличением времени сбраживания кроличьего навоза большая часть мочевины,

содержащаяся в его составе, улетучивалась, тем самым создавая оптимальные условия для роста спирулины, и максимальная продуктивность и максимальная плотность культуры *A. platensis* повышались.

Таким образом, показано, что органическая вытяжка из продуктов жизнедеятельности кроликов может использоваться в практике массового культивирования микроводорослей в качестве источника питательных и ростостимулирующих веществ, что позволит снизить себестоимость полученной биомассы *Arthrospira platensis*.

Экспериментально установлено, что для повышения максимальной продуктивности *A. platensis* необходимо увеличивать время сбраживания кроличьего навоза.

Такой подход к культивированию низших фототрофов может позволить решить немаловажную проблему утилизации отходов кролеферм, а также проблемы экологического, энергетического, агрохимического характера.

Жук Е.В., Халиулин А.Х., Годин Е.А., Ингеров А.В.

ФГБУН Морской гидрофизический институт, г. Севастополь,
ул. Капитанская 2, Россия, *zhuk.elena@nodc.org.ua*

ОН-ЛАЙН ДОСТУП К ДАННЫМ БАНКА ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ (БОД) МГИ

В Морском гидрофизическом институте (МГИ) накоплен большой массив гидрологических, гидрохимических данных, данных дрифтерных и спутниковых измерений и пр. для Черного моря. Для обеспечения доступа к этим данным было разработано и продолжает развиваться специальное программное обеспечение (ПО) для доступа и графического представления океанографических данных.

Разрабатываемое ПО создано с использование Клиент-Серверной архитектуры. Клиентская часть представляет собой RIA (rich internet application). Серверная часть включает в себя океанографическую базу данных (ОБД), Mapserver, python и php-модули, обеспечивающие выполнение запросов к БД, обработке данных и взаимодействие между серверным и клиентским приложениями.

ПО имеет модульную структуру, что обеспечивает простой механизм наращивания функциональных возможностей.

Обеспечивает выполнение следующих функций:

1. импорт/экспорт океанографических данных из/в ODV формат

2. выборка гидрохимических и гидрофизических данных из БД;

3. выборка и представление карт климатического атласа Чёрного моря;

4. наложение различных типов данных на карту, комплексное представление и интерактивная работа с данными.

ПО позволяет совмещать на карте различные типы информации, такие как спутниковые снимки (MODIS AQUA Sea surface temperature, Chlorophyll concentration and Water leaving radiation), климатические карты (карты среднемесячных, сезонных и среднегодовых гидрофизических и гидрохимических параметров), гидрологические и гидрофизические профили.

Результаты запроса отображаются на карте и в виде графиков. Метаданные и данные так же представляются в соответствующих таблицах.

Заволокин А.В.

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4,
aleksandr.zavolokin@tinro-center.ru

ПИЩЕВАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В ПЕРИОД МОРСКОГО И ОКЕАНИЧЕСКОГО НАГУЛА

Тихоокеанские лососи (род Oncorhynchus) исключительно ценные в пищевом отношении рыбы, имеющие важное промысловое значение в России и странах северотихоокеанского региона. В последние десятилетия их численность находится на исторически высочайшем уровне, что связано с благоприятными условиями обитания молоди и их масштабным искусственным воспроизводством. В связи с этим особую актуальность приобретает проблема пищевой обеспеченности рыб, которая заключается в степени удовлетворения их потребностей в кормовых организмах и отражает разницу между потребной и реально доступной пищей.

Материалом для работы послужили данные по кормовой базе, питанию и обилию лососей и другого эпипелагического нектона,

полученные в 45 съемках ТИНРО-центра в Охотском, Беринговом морях и тихоокеанских водах в 1986-2012 гг. Помимо этого для анализа динамики размеров и роста лососей были использованы данные их береговых учетов в основных дальневосточных реках в 1960-2000-е гг.

На основе двух независимых подходов – анализа косвенных показателей и оценки наличной и потребной пищи – определена пищевая обеспеченность тихоокеанских лососей в период их морского и океанического нагула. Исследование динамики косвенных характеристик (состав пищевых спектров, интенсивность питания, размеры тела и темп роста лососей) подтвердило их высокую межгодовую изменчивость, отмечаемую многими авторами. Однако в результате работы была получена их новая трактовка, заключающаяся в том, что наблюдаемые в последние десятилетия изменения в питании и росте этих рыб лежат в рамках их обычной многолетней изменчивости и не свидетельствуют о значительном ухудшении условий обитания. Это заключение стало возможным благодаря рассмотрению более широкого ряда наблюдений, чем это делалось ранее, а также анализу места и роли лососей в пелагических трофических сетях. Экосистемное моделирование трофической структуры пелагических сообществ показало, что современный уровень обилия кормовых ресурсов дальневосточных вод России способен поддержать существование популяций лососей как в настоящий период их высокой численности, так и при ее дальнейшем росте. Практическое применение полученных результатов заключается в создании научной базы для расширения искусственного воспроизводства лососей в России.

Золотарева Г.В.[1], Кузьмина В.В.[2], Шептицкий В.А.[1], Филипенко С.И.[1]

1Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Молдова, Приднестровье, Тирасполь ул. 25 Октября, 107
zolotariova_g_v@mail.ru
2 Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок Ярославской обл.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ГИДРОЛАЗ РЫБ РАЗНЫХ ВИДОВ И ИХ ОБЪЕКТОВ ПИТАНИЯ ИЗ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В процессах пищеварения животных из естественных популяций помимо ферментов, синтезируемых их пищеварительной системой, участвуют ферменты объектов питания, реализующие индуцированный аутолиз. Считается, что при индуцированном аутолизе наиболее важную роль играют лизосомальные гидролазы, которые функционируют при кислых значениях pH и способны разрушать практически все биополимеры. Ранее была доказана важная роль протеиназ объектов питания в процессах пищеварения рыб. Сведения о характеристиках ферментов рыб разных видов из Кучурганского водохранилища и их потенциальных объектов питания отсутствуют. Нами выявлены различия в уровне активности и pH-зависимости ферментов, обеспечивающих гидролиз белковых компонентов, входящих в состав слизистой оболочки кишечника, химуса и потенциальных объектов питания рыб. Так в уровне активности протеиназ при одних и тех же значениях температуры и pH (20ºC, pH 7.4) у рыб из Кучурганского водохранилища выявлены существенные видовые различия. Достоверно ($p < 0.001$) более высокая активность по сравнению с другими видами рыб отмечена у вселенца солнечного окуня, минимальная – у окуня и судака. При этом почти у всех исследованных видов рыб уровень активности протеиназ в слизистой оболочке кишечника ниже, чем в химусе. Активность протеаз потенциальных объектов питания при одних и тех же значениях температуры и pH (20ºC, pH 7.4) различна. Максимальная активность протеиназ обнаружена у представителей рачкового планктона.

Данные по pH-зависимости активности протеиназ слизистой оболочки кишечника и химуса у всех исследованных видов рыб показали минимальные значения при pH 5.0, максимальные − при pH 10.0. Однако степень увеличения активности протеиназ в тестируемом диапазоне pH (5.0 – 10.0) у рыб с разным типом питания не одинакова. При этом наблюдается высокий уровень активности протеиназ химуса при pH 7.0. Активность протеаз потенциальных объектов питания при одних и тех же значениях pH, как правило, различна. Максимальная активность протеаз потенциальных объектов питания рыб выявлена в зоне значений pH 8.0–10.0. Однако при pH 5.0 у потенциальных объектов питания рыб сохраняется высокий уровень ферментативной активности (до 90% от максимальной).

В результате ферменты потенциальной жертвы оказываются более устойчивыми к воздействию низких значений pH, чем протеиназы кишечника рыб. Последнее позволяет предположить, что протеиназы некоторых видов водных организмов, входящих в

состав пищи рыб разных экологических групп, могут компенсировать относительно низкую активность протеиназ, синтезируемых пищеварительной системой рыб.

Игнатов Е.И., Прыгунова И.Л., Новиков А. А, Пышкин В.Б.

Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Севастополь, ул. Героев Севастополя, 7, *geoeco@msusevastopol.net*

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРИБРЕЖНО-МОРСКОМУ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ КРЫМА И СЕВАСТОПОЛЯ

Наследие, в том числе и прибрежной зоны, выступает как средообразующий фундамент развития региона, страны, влияет на энерго-массо-информационный обмен между геосистемами суши и моря. Разнообразие регионов РФ требует особого, корректного подхода к разработке комплексных программ развития, преобразования природной среды. Особое место здесь занимает Крым и Севастополь, обладающий природным, социальным многообразием, напластованием эпох и культур, с относительно хорошо (например, по сравнению с Средиземноморьем) сохранившимся биологическим разнообразием, ландшафтным разнообразием - большинство ландшафтов относятся к экотонным (переходным), обширной прибрежно-морской территорией/акваторией. Среди системных стратегических научно-практических задач, связанных с сохранением и использованием природно-ресурсного потенциала, в том числе, проблем управления на региональном и федеральном уровнях, стоящих в переходный период перед научным сообществом региона, на наш взгляд, выступают следующие: 1. Комплекс научно-практических задач, связанных с построением экологического каркаса устойчивости Крымского региона в целом (Прыгунова, 2005) и прибрежно-морских районов, в частности; 2. Комплекс научно-практических задач, связанных с построением и поддержанием сбалансированного развития историко-культурного каркаса устойчивости приморских городов и поселков; 3. Комплекс научно-практических задач, связных с сохранением, построением, сбалансированным развитием и уходом за культурным ландшафтом Крыма; 4. Комплексная научно-практическая задача поиска баланса интересов и задач сохранения экологического и историко-культурного каркасов, культурного ландшафта и совмещения с

комплексными задачами социально-экономического развития Крымского федерального округа (Крым и Севастополь) и РФ, включая географически, экологические, экономические, управленческие и другие задачи; 5. Комплекс научно-практических задач, связанных с сохранением и использованием природно-ресурсного потенциала обширной прибрежной зоны, с учетом конкурирующих и конфликтных природопользований, природных и техногенных рисков (Прыгунова, 2009, 2014); 6. Комплекс научно-практических задач, связанных культурным многообразием, особенностями традиций рационального природопользования, рациональным землепользованием; 7. Комплекс научно-практических задач, связанных с изучением природно-хозяйственных границ, ареалов, зон и корректировкой задач социально-экономического развития отдельных районов и хозяйств, и другие.

Литература

1. 2. Прыгунова И.Л.Экологический каркас Крыма /Вестник Московского государственного университета. Серия 5.География, № 5,2005 - с.17-22

3. Прыгунова И.Л., Пышкин В.Б., Губанов В.В. К вопросу рационального природопользования в прибрежной зоне Крымского полуострова // М-лы научной конференции «Ломоносовские чтения-2009». – Севастополь: ЭКОСИгидрофизика– с.32-34

4. Прыгунова И.Л., Игнатов Е.И., Новиков А.А. Вопросы планирования и проектирования в прибрежной зоне на региональном уровне // М-лы научной конференции «Ломоносовские чтения -2014».- Севастополь: Экспресс-печать. – с. 11-12.

Калачев А.В., Юрченко О.В.

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, д. 17. *akalachev@imb.dvo.ru*

РОЛЬ АВТОФАГИИ В УМЕНЬШЕНИИ РАЗМЕРОВ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК МОРСКИХ ЕЖЕЙ В ХОДЕ ГАМЕТОГЕНЕЗА

Автофагия – это эволюционно консервативный процесс контролируемой деградации белков, фрагментов цитоплазмы и органелл с участием лизосомальной системы клетки. Известны три формы автофагии – микроавтофагия, шаперон-зависимая

автофагия и макроавтофагия. Первые две формы характеризуются поступлением белков и фрагментов цитозоля непосредственно в лизосомы без участия (микроавтофагия) или с участием шаперонов (шаперон-зависимая автофагия). При макроавтофагии фрагменты цитоплазмы, подлежащие деградации, окружаются изолирующей мембраной, т.н. фагофором, а формирующиеся в результате промежуточные компартменты – автофагосомы – сливаются с лизосомами и содержимое образовавшихся структур деградирует с участием ферментов лизосом. При помощи автофагии клетки контролируют свой размер, количество и распределение органелл, удаляют потенциально опасные белковые конгломераты, повреждённые или «состарившиеся» органеллы и внутриклеточных паразитов.

Характерной особенностью вспомогательных клеток гонад морских ежей является то, что на протяжении годового репродуктивного цикла их размеры значительное изменяются. Так, у морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* высота вспомогательных клеток в семенниках меняется от 100 мкм в начале сперматогенеза до 10-60 мкм в преднерестовый период. Уменьшение размеров вспомогательных клеток связывают с расходованием запасённых в их цитоплазме питательных веществ на нужды развивающихся гамет, а увеличение размеров – с накоплением питательных веществ в период покоя и подготовки к следующему циклу гаметогенеза. Однако, механизмы, лежащие в основе сезонных изменений вспомогательных клеток, остаются малоисследованными.

С использованием трансмиссионной электронной микроскопии нами впервые было показано, что изменение размеров вспомогательных клеток в гонадах морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* происходит за счёт макро- и микроавтофагии. На протяжении всего репродуктивного цикла около половины объёма клетки занимают различные включения: белковые гранулы, липидные капли, скопления гликогена, фагосомы, лизосомы и пр. Однако, соотношение разных видов включений меняется по мере прохождения гаметогенеза. Если в начале гаметогенеза, когда размеры вспомогательных клеток максимальны, основную массу включений составляют белковые гранулы и липидные капли, то по мере развития половых клеток содержание белков и липидов в цитоплазме вспомогательных клеток уменьшается. Вместе с этим в цитоплазме вспомогательных клеток растёт количество автофагосом. Так же отмечается появление лизосом с признаками поглощения фрагментов цитоплазмы путём впячивания наружной

мембраны (микроавтофагия). Часто наблюдаются лизосомы с заключёнными в себе фрагментами цитоплазмы на разных стадиях деструкции. Наибольшее количество автофагосом и лизосом с признаками микроавтофагии отмечается в период активного гаметогенеза. В преднерестовый период размеры вспомогательных клеток уменьшаются по сравнению с началом гаметогенеза. Так же уменьшается и уровень автофагии в цитоплазме вспомогательных клеток падает по сравнению с таковым в период активного гаметогенеза. По нашему мнению, именно микро- и макроавтофагия играют ведущую роль в уменьшении размеров вспомогательных клеток во время гаметогенеза у морских ежей.

Данная работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 15-04-06416).

Калинская Д.В.

ФГБУН "Морской гидрофизический институт РАН" 299011,
ул. Капитанская, д. 2, г. Севастополь Российская Федерация,
kalinskaya_d_v@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АЭРОЗОЛЕЙ НАД ЧЁРНЫМ МОРЕМ ВО ВРЕМЯ СОБЫТИЯ ПЫЛЕВОЙ БУРИ 2015 ГОДА

Аэрозольная компонента атмосферы влияет на многие физико-химические процессы и относится к числу климатообразующих факторов (Кондратьев и др., 1983). Основным способом измерения важнейших оптических характеристик атмосферы – АОТ (аэрозольной оптической толщины), параметра Ангстрема (α) и содержания водяного пара (W) – являются измерения ослабления в атмосфере спектрального состава прямой солнечной радиации. Осенью 2015 года был зафиксирован аномальный перенос пылевого аэрозоля со стороны Сирии. Сначала перенос был зафиксирован в сторону Персидского залива, а затем и в сторону Средиземного и Черного морей. Начало процессу положил низкий циклон из Европы, который в конце августа – начале сентября сместился на Ближний Восток. 1 сентября спутник Terra Modis зафиксировал редкую по виду циклоническую пыльную бурю над Ираком, влияние которой постепенно усиливалось. Сильный ветер поднимал в воздух все больше пыли, а благодаря сильным восходящим потокам и циклонической циркуляции, зафиксированным в данный период, большие объемы пыли попали в тропосферу и пылевой перенос расширил зону своего

воздействия. 3 сентября пыль наблюдалась над Персидским заливом и ситуация пылевого события достигла масштабов стихийного бедствия. 7 сентября, когда над юго-восточной частью Средиземного моря возник частный циклон и пыль, поднятая в сирийской пустыне, начала свое движение на запад и юго-запад. Бежево-желтая мгла накрыла Турцию, Ливан, Израиль, Кипр и Египет. По данным спутниковых изображений 7 сентября 2015 года был выявлен пылевой аэрозоль над Чёрным морем. До 2015 года на базе Морского Гидрофизического Института располагалась станция международной сети AERONET, позволяющая осуществлять измерения основных оптических характеристик, а также микрофизических параметров атмосферы (Яковлева, 2008). Однако с 5 марта 2015 года измерения были прекращены. Анализировать атмосферный аэрозоль над Черным морем на данный момент можно лишь по данным станций Galata_Platform (Болгария), Eforie (Румыния), Gloria (Румыния). Для пылевого аэрозоля по данным многих исследований зачастую характерны высокие значения AOT, низкие значения показателя Ангстрема и превалирование крупной фракции в графике распределения частиц по размерам. Анализ основных оптических характеристик на станциях западной части Черного моря не выявил аномальных значений атмосферного аэрозоля. Не было также выявлено и сильного роста показателя крупных частиц в атмосфере над данным регионом. На станции Galata лишь 9 и 11 сентября только во второй половине дня по данным измерений прибора CIMEL был выявлен незначительный рост содержания крупной взвеси в атмосфере, однако после 11 сентября содержание крупных частиц было уже средним или минимальным. Пылевой аэрозоль, наблюдаемый в исследуемый период характеризуется комбинированным составом как мелких, так и крупных частиц в эквивалентном соотношении. Оптические характеристики пылевой бури Сирии сильно отличаются от характеристик пылевого аэрозоля пустыни Сахара (Калинская, 2012).

Климова Я.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук (ИБВВ РАН) 152742, Ярославская область, Некоузский р-н, Борок, Россия, yna.klim@mail.ru

ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА У ПРЕСНОВОДНЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ *DREISSENA POLYMORPHA И D. BUGENSIS* НА УЧАСТКАХ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Цель: изучить показатели оксидативного стресса в тканях двустворчатых моллюсков *Dreissena polymorpha* и *D. bugensis* из районов Рыбинского водохранилища с различной степенью антропогенной нагрузки.

В результате исследования в мягких тканях моллюсков *Dreissena polymorpha* и *D. bugensis* была определена активность атниоксидантных ферментов таких как: каталазы (КАТ), глутатион-S-трансфераза (GST), глутатионредуктазы (ГЛР), а также содержание низкомолекулярного антиоксиданта – восстановленного глутатиона (ГЛТ), и содержание продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) – малонового диальдегида.

Отбор проб проводили на четырех станциях Рыбинского водохранилища в июне 2013 г. При выборе мест отлова исходили из уровня антропогенной нагрузки. Относительно чистыми районами Рыбинского водохранилища можно считать Волжский и Моложский плесы, где концентрации загрязняющих веществ значительно ниже, чем в Шекснинском плесе вблизи г. Череповец. У моллюсков из Волжского плеса были изучены параметры окислительного стресса в норме в зависимости от вида и пола.

Выявлены видовые особенности исследованных показателей. Установлено, что *D. polymorpha* отличается от *D. bugensis* более низкой активностью антиоксидантных ферментов и более низким содержанием МДА и КГ, но при этом у *D. polymorpha* большее содержание восстановленного ГЛТ. Половых различий не обнаружено.

Рассмотрены основные показатели АОЗ и процессов перекисной модификации липидов и белков в мягких тканях *D. polymorpha* из районов Рыбинского водохранилища с различной антропогенной нагрузкой. Наименьший уровень ($p \leq 0.05$) всех

показателей АОЗ обнаружены у *D. polymorpha* из Моложского плеса. Максимальные значения, активности ГР, ГST КАТ и содержания МДА выявлены у моллюсков отобранных из Шекснинского плеса.

Ковалёв Е.А., Фроленко Л.Н.

ФГБНУ «АзНИИРХ», г. Ростов-на-Дону ул. Береговая 21в,
kovalev.dgek-jek@mail.ru

ЗООБЕНТОС ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

Состояние зообентоса прибрежной зоны Чёрного моря является основой для понимания процессов развития всего бентоса Чёрного моря. Поэтому важно знать, как развивается зообентос в теплое время года.

Целью нашей работы является оценка состояния зообентоса прибрежной зоны северо-восточной части Чёрного моря. Для реализации этой цели были поставлены следующие задачи: Определить видовой состав зообентоса, выделить преобладающие группы в донных сообществах и их распределение.

В основу работы положен материал, собранный в прибрежной части Чёрного моря в 2015 году во время береговых экспедиций ФГБНУ «АзНИИРХ» в мае-июне и августе. Пробы зообентоса на глубине от 5 до 15 метров отбирали аквалангисты бентосной рамкой размером 25х25 см. Район исследований охватывал черноморское побережье от мыса Железный Рог до поселка Алексино.

Основу биомассы прибрежной части Чёрного моря составляли двухстворчатые моллюски. Наибольшую среднюю биомассу имела *Chamelea gallina* широко были распространены и другие моллюски *Donax trunculus, Mytilaster lineatus*, *Mytilus galoprovincialus*, *Pitar rudis* остальные виды двухстворчатых моллюсков были малочисленны. Брюхоногие моллюски имели меньшую долю в биомассе исследованного района и были представлены видами: *Cyclope donovani, Gibbula albida, Hydrobia acuta* и др. Также нами был встречен, на станции вблизи пос. Алексино, панцирный моллюск *Acantochiton fascicularis*. Ракообразные представлены видами: *Diogenes pugilator, Microprotopus gryllotalpa, Nototropis guttatus Balanus improvises*. Другие ракообразные имели меньшую долю в средней биомассе

района исследований. Среди полихет доминировали виды *Micronephthys stammeri, Staurocephalus rudolphii, Neris succinea, Glycera convolute*. Кроме выше представленных групп организмов в черноморских пробах встречались немертины, плоские черви *Turbellaria*, нематоды, хирономиды, головохордовые *Branchiostoma lanceolatum*.

Максимальные значения биомассы были зафиксированы вблизи мыса Железный Рог. Основу биомассы здесь представляли двухстворчатые моллюски *Chamelea gallina, Donax trunculus*. Два минимальных значения зафиксированы на глубине 5 метров. Одно значение относится к маю – июню вблизи мыса Большой Утриш, а второе к августу вблизи поселка Озереевка.

Анализируя динамику развития зообентоса от начала лета к концу в прибрежной части Черного моря следует отметить, что среднее значение биомассы к концу лета увеличилось (от 11,6 г/м^2 в мае - июне до 19,6 г/м^2 в августе), хотя численность организмов незначительно уменьшилась (с 816 экз./м^2 в мае - июне до 767экз./м^2 в августе).

По районам динамика столь важного параметра, как биомасса, была различной. Вблизи м. Железный Рог, м. Большой Утриш, г. Круглая биомасса возросла в августе. В районе Южной Озереевка и Алексино понизилась в августе. Биомасса и численность видов зообентоса в районе исследований увеличивались с глубиной.

Динамика развития состояния зообентоса прибрежной зоны северо-восточной части Чёрного моря была положительная. Снижение численности зообентоса и биомассы в отдельных районах может быть связано с возросшим антропогенным воздействием.

Ковалёва И.В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
ila.82@mail.ru

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В ЧЕРНОМ МОРЕ В 1998-2004 ГГ.

Динамика первичной продукции отражает влияние

климатических особенностей на экосистему в целом. В данной работе для анализа сезонной динамики первичной продукции использовались спутниковые наблюдения, позволяющие осуществлять измерения необходимых для расчета интегральной первичной продукции характеристик ежедневно на всей акватории моря в течение длительного времени. Для расчета продуктивности использовалась модифицированная нами модель Бехренфилда и Фальковского. Расчеты и анализ интегральной первичной продукции проводились для различных восьми районов Черного моря с 1998 по 2007 гг. Временная динамика сезонных изменений продуктивности имеет сложный характер, и представлена максимумами весеннего развития фитопланктона и летнего, менее выраженными и встречающимися не регулярно – в зимний период и в сентябре – октябре, а так же минимумами в конце осени, начале зимы и реже в марте либо мае. Продукция фитопланктона варьирует от минимальных 140 – 170 мгС $м^{-2}$ $сут^{-1}$ в зимний период, до максимальных 500 – 2500 мгС $м^{-2}$ $сут^{-1}$ весной – летом. Наиболее высокие значения наблюдались в северо-западном регионе со среднегодовым значением за 7 лет – 485 ± 387 мгС $м^{-2}$ $сут^{-1}$, тогда как минимальная продуктивность наблюдалась в районе Керченского пролива – 329 ± 132 мгС $м^{-2}$ $сут^{-1}$. В глубоководном районе, расположенном вблизи Кавказского побережья, продукция составила – 377 ± 178 мгС $м^{-2}$ $сут^{-1}$. В глубоководной центральной части Черного моря, значения продукции находились в пределах от 354 ± 146 до 366 ± 163, мгС $м^{-2}$ $сут^{-1}$. Два района вблизи Босфорского пролива и в центральной северо-западной области имели близкие значения – 353 ± 164, 350 ± 168 мгС $м^{-2}$ $сут^{-1}$. Можно отметить, что в теплый период года высоким величинам концентрации хлорофилла – 0,3 – 1 мгХл $м^{-3}$, соответствовали высокие значения продуктивности фитопланктона. Зимние максимумы хлорофилла из-за низких температур и недостатка света слабо влияют на увеличение скорости фотосинтеза фитопланктона. Однако особенно высокие значения концентрации хлорофилла, сопровождаются высоким уровнем первичной продукции в холодный период. Из приведенных результатов следует, что среднегодовая величина первичной продукции для глубоководной части Черного моря составляет 135 г$См^{2}$.

Ковалёва М. А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
kovalmargarita@mail.ru

ГОНАДНЫЙ ИНДЕКС В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *PETRICOLA LITHOPHAGA* (RETZIUS, 1788)

Репродуктивный цикл *P. lithophaga* изучали ежемесячно с июня 2012 по июнь 2014 гг. Моллюски собраны в Севастопольской бухте (юго-западное побережье Крыма) с глубины 1-2,5 м. В процессе исследования отмечали изменения массы гонад. Для того чтобы исключить зависимость массы гонады от размеров самого животного, использовали не абсолютные размеры, а отношение массы гонады к массе тела моллюска без раковины – так называемый гонадный индекс (ГИ). Этот индекс мы использовали для определения потенциального периода нереста и в качестве индикатора условий окружающей среды.

В результате проведённой работы установили, что в среднем, масса гонады может составлять от массы всего тела без раковины от 18 до 49 %. Минимальное значение ГИ приходится на зимние месяцы и совпадает со стадией покоя и периодом медленного гаметогенеза. Максимальное значение приходится на лето и начало осени. Исходя из значений ГИ, максимальная наполненность гонады ооцитами приходится на середину лета. Этот результат подтверждается и гистологическими данными.

Зная ограничения этого метода и применяя его для изучения состояния гонад у животных сопоставимых размеров, можно сравнивать различные популяции одного вида. ГИ представляет собой чувствительный индикатор благоприятности условий для исследуемых животных. Во многих работах показано, что в условиях избытка пищи гонада растёт быстрее и достигает бо́льших размеров, чем в худших условиях. Подобный метод хорошо использовать в сочетании с гистологическим, чтобы контролировать объём вспомогательных клеток, который также может отразиться на массе гонады. Мы сравнили ГИ моллюсков из двух участков крымского побережья – Севастопольской бухты (район Радиогорка – 44°37′38.2″N 33°31′31.6″E) и акватории Карадага (район причала). Пробы взяты в июле месяце. Всего использовали по 35 особей с каждого района.

По итогам проделанной работы, мы выяснили, что с помощью ГИ можно предположительно установить сроки размножения *P. lithophaga.* Среднее значение индекса – для бухты составила 45, для акватории Карадага – 35,2. Такое отличие, на наш взгляд, может быть в двух вариантах: в случае различного температурного режима в исследуемых районах и, как следствие, неодновременное созревание гонад в мае-июле и в случае отличных условий питания моллюсков в Севастопольской бухте и в акватории Карадага.

Ковалёва М. А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
kovalmargarita@mail.ru

СТАДИИ РАЗМНОЖЕНИЯ *PETRICOLA LITHOPHAGA* (Retzius, 1788) (Mollusca: Bivalvia) В ЧЕРНОМ МОРЕ

Для Чёрного моря имеются лишь отдельные описания морфологии личинок моллюска-камнеточца *P. lithophaga* и сведения о сроках массового появления их в планктоне в Севастопольской бухте (Захваткина, 1963). В других частях ареала (Средеземное море, Атлантический океан) биология размножения этого вида не изучена.

Материал собирали в Севастопольской бухте (юго-западное побережье Крыма) ежемесячно с июня 2012 по июнь 2014 гг. с глубины 1-2,5 м. Гистологическое исследование проводили по стандартной методике. В основу классификации стадий размножения положена схема гаметогенеза мидий, предложенная Чипперфильдом (Chipperfield, 1953) и Любе (Lubet, 1959; Lubet et al., 1978) в переработке Максимовича (1985). Годовой цикл гонад *P. lithophaga* следующий:

Стадия 1. Медленный гаметогенез (февраль-март, температура воды 9,2-9,3º). Яичники тонкие, происходит формирование ацинусов, в которых находятся делящиеся митозом оогонии и небольшое количество ооцитов первого порядка. Хорошо различимы остатки не выметанных яиц. Семенники тонкие, сперматогенный слой развит слабо.

Стадия 2. Активный гаметогенез (март-май, 9,2-16º). Гонады значительно увеличиваются в размере. В ацинусах хорошо различимы ооциты, имеющие грушевидную форму, прикреплённые

к зародышевому эпителию с помощью стебелька. Появляются и зрелые свободнолежащие клетки полигональной формы. У самцов спермии и зрелые сперматозоиды появляются ближе к центру.

Стадия 3. Созревание и нерест (июнь-октябрь, 21,8-18,6º, Max=26,9º, август). Гонады, как самцов, так и самок имеют максимальные размеры. У большинства моллюсков гаметы созрели и готовы к нересту. Яичники заполнены округлыми ооцитами, уже не имеющими связи с базальной мембраной. Соединительная ткань между ацинусами незначительна. В период нереста количество гамет уменьшается, ацинусы не сокращены и выглядят как пустые лакуны, в них иногда встречаются невыметанные гаметы. Затем, как правило, происходит сокращение стенок ацинусов вторжение соединительной ткани и появление фагоцитов.

У самцов пристеночный слой уменьшается в размерах. Просветы семенников заполнены зрелыми сперматозоидами, ориентированными к центру семяпровода.

Стадия 4. Состояние гонад после нереста (ноябрь-декабрь, 18,6-10,9º). Гонады свободны от зрелых половых продуктов и в них находятся только развивающиеся гаметы. В яичниках наблюдаются ооциты на стадии вителлогенеза. В семенниках на протяжении всего периода размножения наблюдается большое количество сперматозоидов. Происходит накопление питательных веществ в виде гранул. Созревшие гонады самок имеют кремовый цвет, а самцов – молочный.

Стадия 5. Стадия покоя (декабрь-январь, 10,9-8,8º). Гонады тонкие, в них происходит цитолиз не выметанных гамет. Однако изредка гаметы всё-таки встречаются в небольшом количестве. Соединительная ткань между ацинусами увеличивается.

Таким образом, для *P. lithophaga* характерен годичный репродуктивный цикл с нерестом в летне-осенний период. В этом цикле выделены несколько стадий последовательно сменяющих друг друга на протяжении года. Для каждой стадии характерен определенный клеточный состав половых желез. Кроме половых клеток в гонадах присутствуют соматические вспомогательные клетки, участвующие в процессах питания растущих гамет и утилизации невыметанных половых клеток. Все стадии гаметогенеза приурочены к сезонным изменениям температуры окружающей среды. Особенно четко эта зависимость сказывается на процессах оогенеза. Сперматогенез протекает в более сжатые сроки и чёткой зависимости от температуры не несёт.

Комаревцева Т.Н.

Адыгейский государственный университет
Komarewtsewa.tatyana2016

ВЛИЯНИЕ НА ИХТИОФАУНУ СМЕНЫ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Исследования проводились на примере стоячего водоема «Пляж», расположенном в станице Родниковской Курганинского района Краснодарского края. Пляж был искусственно образован в 1959 г. в ходе строительных работ. Пруд размещен в 15 км выше по течению, в пойме реки Лаба. Склоны береговой линии одинаковые – пологие, отличаются только характером растительного покрова. С юга, запада, северо – запада «Пляж» окружает широколиственный лес, который состоит из орешника, кизила, дуба, клёна.

Рельеф водоема: низменный водоем небольшого размера, округлой формы, берега пологие, гравистые, длинна водоема от истока до устья 263 м, ширина 72, глубина водоема достигает 0,5 м, вода мутная, дно пруда сильно заиленное.

В результате изменения русла реки нарушилось питание пруда, которое в дальнейшем привело к пересыханию сточной реки Протока, снабжающей водой нижерасположенные малые водоемы. В связи с физическим изменением водной экосистемы пруда постепенно стало развиваться эвтрофикация водоёма, что повлияло на видовой состав ихтиофауны.

Чтобы выяснить насколько заболачивание повлияло на ихтиофауну, сравнили данные численности видов рыб за 2014 год и 2015 год. В основу исследования были взяты изменения гидрологического режима. Качество воды в водоеме за 2014 год характеризуется следующими признаками: богатым разнообразием представителей ихтиофауны (красноперки, окуня, плотвы, линь, щуки, толстолобика, сома, карася золотого, карася серебряного) большая часть которых обитает преимущественно в проточной воде. Умеренное разрастание фитопланктона в прибрежной зоне (роголистник, уруть колосистая). Такой показатель говорит о наличие благоприятных условий связанных с проточностью водоема, развитием микрофлоры и микрофауны. После изменения гидрологического режима на пруду «Пляж» произошло заболачивание водоема. Из-за отсутствия водоснабжения водоем обмелел, его глубина изменилась от 1,5 м до 0,5 м. На поверхности воды стали образовываться сгустки тины, малой ряски, дно обильно заросло водяной чумой, вода приобрела неприятный запах. В

течение июня питание водоема осуществлялось за счет дождевых осадков, однако этого количества воды недостаточно, чтобы поддерживать образовавшуюся устойчивую систему водоема. В июле и августе температура воздуха достигала 30 C^0, что способствовало активному прогреванию водоема и развитию фитопланктона. Берега водоема стали зарастать рогозом, осокой, хвощем. В настоящее время идет эвтрофикация водоема. Данное состояние водоема не соответствует условиям обитания многих видов рыб, требующих обильного содержания кислорода в воде. Таким образом, изменение уровня воды, уменьшение растворимого кислорода, обильное цветение сине-зеленых водорослей привело к замору некоторых видов рыб. Однако такие условия с низким содержанием кислорода в воде хорошо переносит золотой карась.

Конькова А.В.

ФГБНУ «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» (ФГБНУ «КаспНИРХ»), Россия 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина 1

ПАРАЗИТОФАУНА МОЛОДИ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* (Linnaeus, 1758) В СЕВАРНОМ КАСПИИ

Необходимость проведения детального изучения паразитофауны молоди леща Северного Каспия вызвано отсутствием полноценных данных о ее составе. Методом полного паразитологического анализа в 2007-2014 гг. в западной акватории северной части Каспийского моря обследовано 7517 экз. сеголеток и годовиков леща.

Установлено, что в период исследования паразитофауна молоди леща насчитывала более 20 видов организмов, относящихся к 7 систематическим группам. Простейшие были представлены миксоспоридиями *Myxobolus sp*. (0,53±0,21%), *M. bramae* (1,01±0,70 %), *M.cyprini* (1,09±0,75 %), споры которых отмечали в слизи жабр и почечных канальцах в количестве от 4 до 30 экз. в одном поле зрения микроскопа. Моногенетические сосальщики локализовались на жаберных лепестках у 5,68±3,98 % обследованных рыб и характеризовались низкой интенсивностью инвазии (1-5 экз.). Представителями моногеней являлись плоские черви *Dactylogyrus sp*. (1,50±0,95 %), *D. cornu* (2,84±1,51 %), *D.sphyrna* (2,84±1,51 %). Цестоды объединяли полостных гельминтов *Digramma interrupta* (1,29±0,34 %), *Ligula intestinalis*

(0,27±0,13 %), а также их неидентифицируемые молодые формы (0,55±0,27 %). Интенсивность инвазии рыб плероцеркоидами ремнецов составила 1-3 экз. Трематоды были наиболее многочисленной группой паразитов и регистрировались в организме рыб повсеместно. Так, метацеркарии *Apophallus muehlingi* (29,56±8,65 %), *Bolboforus confusus* (6,97±3,30 %), *Hysteromorpha triloba* (2,57±1,24 %), *Paracoenogonimus ovatus* (16,49±6,80 %), *Posthodiplostomum cuticola* (5,53±2,82%) отмечали в мышечной ткани и плавниках, *Diplostomum clavatym (син. Tylodelphys clavata)* (5,16±3,54 %), *D. spathaceum* (5,58±4,14 %) выявляли в стекловидном теле и хрусталике, *Allocreadium isoporum* (0,53±0,30 %) регистрировали в кишечнике инвазированных рыб. Ввиду особенностей локализации дигенетические сосальщики находились как в инцистированном, так и в свободном состоянии. Среди нематод отмечены *Anisakis schupakowi* (5,55±1,80 %), *Contracaecum sp.* (1,62±1,00 %), *Nematoda sp.* (4,00±1,00 %), располагавшиеся в жире и под серозными оболочками. Пиявки *Piscicola geometra* (10,00±5,00 %) локализовались на поверхности тела обследованных рыб. Глохидии моллюска *Unio sp.*(1,25±1,00 %) выявлены на жабрах.

В качественном и количественном отношении в паразитофауне молоди леща доминировали трематоды, среди которых самым массовом видом явился *A.muehlingi*, достигавший максимальной среди всех паразитов численности (203 экз. на одну рыбу). Однако даже при максимальной численности указанных паразитов организм рыб не подвергался значительным морфопатологическим трансформациям. Исключение составили только цестоды сем. Ligulidae, вызывавшие патологические изменения тканей и органов зараженных особей, в некоторых случаях выявляемые уже при клиническом осмотре рыб – нарушение пропорций тела, деформация скелета. При патологоанатомическом обследовании у таких особей обнаружено значительное сдавливание внутренних органов (в результате чего печень и селезенка атрофировались), перекручивание кишечника (вызывавшее непроходимость пищевых масс), а также точечные кровоизлияния на брыжейке. Выявленные морфофизиологические нарушения могли привести к гибели зараженных рыб. Помимо вышеуказанных ремнецов, инициировавших лигулидоз, остальные изолированные паразиты, не провоцировали у молоди леща развития инвазионных заболеваний.

В целом, качественный состав паразитофауны молоди леща в Северном Каспии был весьма разнообразен и объединял организмы, относящиеся к семи систематическим группам. В

количественном отношении самой массовой группой явились трематоды, а малочисленной – цестоды, инициировавшие лигулидоз у 2,11±0,56 % рыб. С целью уточнения видового состава паразитов и выявления среди них наиболее опасных для молоди рыб видов паразитологический мониторинг в Северном Каспии необходимо продолжать.

Кошелева С.И.

Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Севастополь, ул. Героев Севастополя, 7, *geoeco@msusevastopol.net*

КОЛЬСКАЯ АЭС И НОВЫЕ ОБИТАТЕЛИ ОЗЕРА ИМАНДРА: ЧТО ИЗМЕНИЛОСЬ ГОД СПУСТЯ?

Одним из самых актуальных вопросов последних десятилетий является вопрос о влиянии человека и осуществляемой им хозяйственной деятельности на окружающую среду. Отдельное место отведено проблемам воздействия объектов атомной энергетики на прилегающие к ним территории. Не мало слов было сказано о негативных аспектах, связанных с эксплуатацией АЭС (воздействие, возможные угрозы, последствия и т. д.) [6]. Теперь же стоит задуматься о том, какую пользу можно извлечь из тех изменений в условиях среды, которые неизбежно несет с собой работа АЭС. Так, наглядным примером использования таких природных изменений, полученных благодаря особенностям эксплуатации АЭС, может служить разведение сибирских осетров в устье отводного канала Кольской АЭС.

Целью моего предыдущего исследования было выявление факторов, определивших возможность проведения данного эксперимента и использование его как критерий высокого уровня обеспечения экологической безопасности на подверженных влиянию АЭС территориях. В последствии появились и такие вопросы, как уточнение ранее полученных данных и определение вектора движения показателей экологической безопасности. Методы исследования: теоретический анализ и обобщение научной литературы, периодических изданий, освещавших эту тему.

Данный эксперимент был начат около 10 лет назад. Две сотни мальков ленского осетра были помещены в озеро Имандра, близ устья отводного канала Кольской АЭС. С гордостью можно заявить, что больше нигде в мире не удавалось разводить осетров в столь

высоких широтах, за полярным кругом. Помимо осетров на ферме близ городка Полярные Зори с 2002 года разводят форель, при чем весьма успешно — рыбу активно закупают для дальнейшей реализации [1]. И вот, в 2013 году было получено первое потомство завезенных осетров, а осенью 2014 рыбоводческое предприятие приступило к масштабной заготовке икры [2].

Какова же роль соседства АЭС с озером Имандра в осуществлении данного проекта? Во-первых, одним из важных биотехнических условий выращивания и разведения осетров является определенный температурный режим. Особую трудность представляет поддержание его оптимума за полярным кругом в зимнее время: температура воды не должна опускаться ниже 2°С (в идеале: 2-6°С). В противном случае произойдет ухудшение физиологического состояния рыбы, вплоть до гибели неприспособленной к столь низким температурам популяции [3]. Именно сброс вод, используемых КАЭС для технических целей (охлаждающая вода, дебалансные воды турбинного цеха), способствуют тому, что температура воды губы Молочная не падает ниже нуля. Более того, в среднем значение температуры составляет 4°С [5] и является наиболее благоприятным.

Во-вторых, следует упомянуть, что осетры и форель очень чувствительны к качеству воды, а нахождение близ АЭС уже свидетельствует о наличии сброса вредных химических веществ в окружающую среду. Согласно отчету об экологической безопасности за 2013, сброс загрязняющих веществ, показатели содержания которых учитываются при составлении требований к качеству воды при разведении и выращивании осетровых рыб [3] (аммоний ион, хлориды, сульфаты, фосфаты, железо, алюминий) не превышают допустимый. Более того, сброс аммония ионов, хлоридов, сульфатов, железа составляет менее 1% от нормы. Загрязнение радионуклидами так же не превышает нормы (^{3}H – 2 % от нормы, ^{137}Cs-0,004%от нормы) [4].

Теперь остро встают два вопроса: изменились ли упомянутые выше показатели в недавно опубликованном отчете за 2014 год и если да, то каком направлении (ухудшились или улучшились). В прошедшем году на АЭС были выполнены работы по изменению технологической схемы сброса сточных вод с переводом всех сбросов на основные очистные сооружения. Данные работы направлены на уменьшение количества самостоятельных выпусков и улучшение качества сточных вод путем их дополнительной очистки [7]. Это не могло не отразиться на показателях качества сбрасываемых вод. С одной стороны, сразу бросается в глаза

полное отсутствие сбросов ^{137}Cs и это, безусловно, является положительным моментом. Но если присмотреться, то можно увидеть, что изменились нормативы сброса вредных химических веществ, местами до неузнаваемости. Так норматив сброса железа увеличен почти в 2 раза, а железо представляет 3 класс опасности. Так же список необоснованно завышенных нормативов сброса пополнили такие позиции как БПКп, нефтепродукты (3 класс, увеличен норматив более чем в 3 раза), натрий (3 класс опасности, норматив увеличен в 17 раз) и другие.

На мой взгляд, такое резкое увеличение сброса вредных химических веществ не может не отразиться на здоровье и состоянии осетров в садках. Что стало причиной подобных махинаций пока неизвестно, но безнаказанным это оставлять нельзя. Данным вопросом уже занимается Двинско-Печерское бассейновое водное управление.

Таким образом, с помощью теплых вод, идущих от Кольской АЭС, стало возможным выращивание осетров в суровых условиях Заполярья, что раньше не представлялось осуществимым. Но, увы, из-за таких махинаций руководства АЭС, все положительные моменты данного эксперимента ставятся под большой вопрос.

1. Информационное агентство «Мурманский вестник» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.mvestnik.ru/shwpgn.asp?pid=2013090610
2. Информационное агентство «РИАНОВОСТИ» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ria.ru/eco/20130905/961033903.html
3. Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. -Анкара: Изд.: ФАО ООН. 2013. - 325 с
4. Отчет по экологической безопасности Кольской АЭС за 2013 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.kolanpp.rosenergoatom.ru/resources/998f8b00457b3594abe2ab9207a61cab/otchet_kola2013.pdf
5. Д.Б.Денисов, Н.А.Кашулин Современное состояние водорослевых сообществ планктона в зоне влияния Кольской АЭС (оз.Имандра) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://narfu.ru/university/library/books/1270.pdfChristoph Hasselbach
6. Christoph Hasselbach Potential nuclear power subsidies anger Germans [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.dw.de/potential-nuclear-power-subsidies-anger-germans/a-16964460
7. Отчет по экологической безопасности Кольской АЭС за 2014 г.

[Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.kolanpp.rosenergoatom.ru/resources/917ebd8048f5ba6bb212f7750b2d2066/EcoReportKolaNpp_2014.pdf?MOD=AJPERES

Кулиш А.В., Галкин В.В.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный технологический университет»; 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82; *vitalik_galkin94@mail.ru*

ИХТИОФАУНА РЕКИ БУРУЛЬЧА

Река Бурульча – одна из рек крымского полуострова, правосторонний приток реки Салгир. Исток реки расположен в Крымских горах между Долгоруковской яйлой и Демерджи-яйлой. Еще в начале XX века Бурульча впадала в реку Салгир возле современного села Новоникольское Красногвардейского района. Но в последующем, строительство каналов, а также все возрастающий забор воды из реки в условиях продолжительного маловодья привел к полной трансформации нижней части её русла. При этом вода Бурульчи не достигает Салгира, питая последнюю лишь спорадически в период высокого весеннего половодья. Приток на продолжительное время оказался обособленным от основного бассейна, а естественный обмен ихтиофауной между Бурульчей и Салгиром стал весьма затруднительным. На протяжении XX столетия в фауне рыб реки Салгир происходят значительные изменения (Мирошниченко, 2003, 2009; Карпова, Болтачев, 2012). Многие туводные виды сокращают численность или исчезают, напротив, вселенцы, распространяясь, занимают их экологические ниши. Литературные данные об ихтиофауне реки Бурульча весьма отрывочны (Делямуре, 1966), а более поздние сводки не касаются указанного притока. В сложившихся условиях изучение некогда единой и сходной фауны водного бассейна, разделенного на отдельные изолированные речные участки, весьма актуально с научной точки зрения.

Настоящие исследования базируются на результатах ихтиологических ловов, а также полевых наблюдений, проведенных в сезон 2014-2015 годов. За время работы всего учтено 3761 экз. рыб. Обследованная река условно была разделена на три участка (горный, предгорный и равнинный), характеризующихся сходными гидрологическими условиями.

По результатам исследований установлено, что в реке Бурульча на участке от её истока до села Долиновка обитает семь видов рыб, относящихся к пяти семействам: Cyprinidae Fleming, 1822 (гольян речной - *Phoxinus phoxinus* Linnaeus, 1758; голавль - *Squalius cephalus* Linnaeus, 1758; карась серебряный - *Caraassius gibelio* Bloch, 1782); Balitoridae Swainson, 1839 (голец усатый - *Barbatula barbatula* Linnaeus, 1758); Salmonidae Cuvier, 1816 (кумжа или форель ручьевая - *Salmo trutta* Linnaeus, 1758): Centrarchidae Bleeker, 1859 (обыкновенная солнечная рыба - *Lepomis gibbosus* Linnaeus, 1758); Percidae Cuvier, 1816 (речной окунь - *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758). Численность видов рыб увеличивается от горного участка (3 аборигенных вида) к равнинному (7 видов, из них 2 инвазионных).

Наиболее массовым видом в реке в целом и по участкам является гольян речной. Частота встречаемости рыб по видам (в %) по реке в целом различна и составляет: для гольяна речного - 86,9; форели ручьевой - 6,3; гольца усатого – 5,1; голавля – 1,6; солнечной рыбы – 0,1; карася серебряного и окуня речного менее 0,1. При сравнении частот видов по участкам установлено, что численность форели ручьевой одинакова в горной и предгорной части. В равнинной части, несмотря на наличие пригодных условий обитания, она полностью замещается голавлем. Численность последнего относительно невелика даже в равнинной части, выше в предгорной части он встречается спорадично – небольшими одновозрастными группами. Наиболее стабильная численность по всем участкам реки установлена для гольца усатого. Интересна единичная находка окуня речного в предгорной части на плесовом участке с условиями, типичными для горной реки. На равнинном участке единично встречаются особи двух видов-вселенцев – карася серебряного и солнечной рыбы.

По результатам анализа полученных данных возможно сделать следующие выводы: фауна рыб реки Бурульча состоит и семи видов, из них два вида-вселенца; по реке в общей численности доминируют особи аборигенных видов рыб, при этом наиболее массовым видом по всему течению является гольян речной; распространение рыб-вселенцев ограничено равнинным участком реки, где они имеют незначительную численность.

Кухарева Т.А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2

ТЕМПЫ ЭРИТРОПОЭЗА И ЧИСЛО АНОМАЛЬНЫХ ЭРИТРОЦИТОВ В КРОВИ БЫЧКА-КРУГЛЯКА

Под воздействием ксенобиотиков возможно возникновение различных эритроцитарных аномалий. Путем их подсчета можно дать интегральную оценку токсического воздействия среды. Однако появление аномальных эритроцитов может быть связано и с увеличением пролиферативной активности кроветворной ткани (Солдатов и др., 2012). Активная продукция эритроцитов у рыб нерегулярна и происходит преимущественно в постнерестовый период (Маслова, Тавровская, 1991; Солдатов, 2005). Значит, количество аномальных клеточных форм может быть связано не только с воздействием токсикантов, но и с физиологическим состоянием организма.

Работа проводилась на трех группах бычков-кругляков: в преднерестовом нерестовом и постнерестовом состояниях соответственно. Отлов проводился в Севастопольской бухте, одномоментно и из одной точки, а значит уровень токсической нагрузки для всех рыб был одинаков. На мазке крови подсчитывали количество аномальных эритроидных элементов, представленных ниже.

Дакриоциты являются частным случаем пойкилоцитоза и имеют характерную каплевидную форму. Их количество сокращалось – от 0,5% в преднерестовом состоянии до 0,123 ± 0.052 % у отнерестившихся особей.

Инвагинации ядра связаны с нарушениями ядерной мембраны, при этом появляется характерное впячивание. К концу нереста количество данных аномалий уменьшилось в 3,2 раза и составило 0,424 ± 0.110 %.

Эритроцитарные тени представляют собой лизис клеток крови. На мазке они представлены розоватыми пятнами. Количество теней сильно возрастало от 1 % в преднерестовой стадии до 80 % в постнерестовой.

Было подсчитано количество незрелых эритроидных форм, представленных базофильными и полихроматофильными нормобластами. По мере созревания гонад их количество повысилось на 26 % и составило 7.66 ± 0.49 % к концу нереста.

Проведен корреляционный анализ между содержанием аномальных форм и незрелых эритроцитов. Зависимость между содержанием дакриоцитов и ядерных инвагинаций от количества незрелых форм была обратно пропорциональной, при $R^2 > 0{,}95$. Количество эритроцитарных теней возрастало по мере увеличения количества незрелых форм. Полученные зависимости в отношении дакриоцитов и ядерных инвагинаций можно объяснить разбавлением крови молодыми эритроцитами, не подвергнутыми токсическому влиянию, что в результате снижает относительное количество аномальных форм. Увеличение количества эритроцитарных теней, по-видимому, связано с пониженной осмотической стойкостью молодых форм. Таким образом, подсчет числа аномальных эритроцитов в крови рыб при оценке уровня токсичности среды необходимо проводить с учетом естественных состояний организма.

Лазарчук И. П.

ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН 29911, Россия,
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2

АДАПТАЦИЯ МОДЕЛИ МОРСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ К ДИНАМИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ СЗШ ЧМ

Моделирование морских экосистем предполагает совместное описание биологических, гидрохимических, геофизических и гидрофизических процессов в морской среде. В работе (Тимченко, 2014) предложен двухэтапный метод моделирования процессов в морских экосистемах с применением адаптивных моделей для локальной подстройки реакций в экосистеме к внешнему влиянию переноса и диффузии веществ. На первом этапе по современной численной модели рассчитывается динамика водных масс, на втором – по модели экосистемы производится локальная (в пределах ячейки расчетной сетки) подстройка переменных экосистемы друг другу с учетом имеющихся оценок переноса и диффузии веществ. При таком моделировании рассчитываемые по гидродинамическим моделям перенос и диффузия становятся внешними влияниями по отношению к процессам в экосистеме, происходящим в локальном объеме морской среды. В данной работе предлагается развить этот метод и применить его к модели экосистемы северо-западного шельфа Черного моря (СЗШ ЧМ).

В работе (Иващенко, 2011) была предложена модель экосистемы СЗШ ЧМ, в которой в качестве основных биологических характеристик экосистемы выбраны интегральные оценки концентраций фитопланктона, зоопланктона и биоресурса, понимая под биоресурсами суммарную концентрацию личинок рыб, рыб и других гидробионтов, расположенных выше зоопланктона в пищевой цепи и потенциально имеющих промысловое значение. В качестве гидрохимической переменной экосистемы использована концентрация кислорода. Кроме внутрисистемных связей на состояние экосистемы влияют внешние условия: сезонный ход температуры и изменения концентраций хлорофилла *a*.

Для оценки пространственно-временной динамики переменных экосистемы были использованы данные о температуре морской воды, концентрации хлорофилла *a* и горизонтальные компоненты скорости в верхнем слое моря за 2012 год (http://www.myocean.eu/, Demyshev, 2010).

На основе модульного уравнения *ABC*-метода (Тимченко и др., 2000) построена система уравнений адаптивной модели экосистемы СЗШ ЧМ, в которую включены операторы переноса и диффузии хлорофилла *a* в качестве внешних влияний.

Для того чтобы проследить за адаптацией сценариев компонент экосистемы к различным влияющим факторам, с построенной моделью экосистемы СЗШ ЧМ были проведены несколько серий экспериментов. В первой серии влияние динамических процессов не учитывалось. Далее постепенно включалось воздействие только горизонтальной диффузии, затем только адвекции и, наконец, обоих влияний.

Хотя операторы динамических процессов оказывали влияние только на сценарии хлорофилла *a*, благодаря внутрисистемным связям между компонентами и стабилизирующим свойствам отрицательных обратных связей адаптивных моделей, влияние динамики ощущали все остальные компоненты экосистемы СЗШ ЧМ.

Проведенные эксперименты показали, что двухэтапный метод моделирования процессов в адаптивных моделях морских экосистем, заключающийся в локальной подстройке переменных экосистемы к внешнему влиянию переноса и диффузии веществ, рассчитываемых по моделям динамики морской среды, может быть использован как один из возможных методов описания сложных процессов взаимодействия в моделях морских экосистем.

Лаптий А.Ю., Ковалева М.К.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, биологический факультет,пл. Свободы 4, 61022, г. Харьков, Украина, *anna.laptij@mail.ru; kovalyova82@gmail.com.*

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭПИГЕНТОТИПОВ КУЛЬТУР МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *DUNALIELLA VIRIDIS* TEOD

Различные виды микроводорослей находят широкое применение в биотехнологии. На фоне загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами большой интерес вызывают виды, способные изменять свой метаболизм при воздействии на них неблагоприятных факторов среды. К их числу относятся микроводоросли *Dunaliella viridis,* которые способны адаптироваться к ионам меди и формировать резистентные линии (Божков, 2000). У данного вида были выявлены эпигенетические изменения, индуцированные сернокислой медью, которые, вероятно, лежат в основе устойчивости данных водорослей к ионам меди (Голтвянский, 2002). В связи с этим решение вопроса о характере сохранения эпигенетических изменений представляет большой теоретический интерес.

Таким образом, целью работы было исследование сохранения эпигенетических изменений в клетках медь-резистентной культуры, после перевода микроводорослей с медь-обогащенной среды на стандартную среду Артари. Для этого в работе использовали две культуры *Dunaliella viridis:* CuS-культуру (медь-чувствительную), которую поддерживали на стандартной среде Артари, содержание меди в которой составляло $0{,}3 \cdot 10^{-6}$ М (за счет примесей в солях) и CuR^{+75}-культуру (медь-резистентную), которую поддерживали на среде Артари с добавлением $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ до концентрации меди $300 \cdot 10^{-6}$ М. CuS- и CuR^{+75}-культуры поддерживают в лаборатории НИИ биологии ХНУ имени В. Н. Каразина на протяжении 15 лет. Для изучения характера эпигенетических изменений в клетках медь-резистентной культуры, CuR^{+75}-культуру перевели с медь-обогащенной среды на стандартную среду Артари и культивировали на протяжении 3-х пассажей. Для оценки формирования эпигенотипов культур *Dunaliella viridis* и их изменений определяли конечную концентрацию клеток на 21 день культивирования, форму клеток, содержание

ядерных нуклеиновых кислот и белка в клетках микроводорослей (Pan, 1994).

Культивирование микроводорослей на среде Артари с высокой концентрацией сернокислой меди и перевод культуры с медь-обогащенной среды на стандартную среду Артари сопровождалось снижением интенсивности роста микроводорослей по сравнению с культурой, которая росла на стандартной среде Артари.

Культивирование микроводорослей на среде с высокой концентрацией ионов меди приводило к увеличению количества округлых клеток в популяции и содержания ядерной ДНК и РНК в клетках CuR^{+75}-культуры в 2 раза по сравнению с CuS- и CuR^{-75}-культурами. Вероятно, это связано с увеличением плоидности клеток CuR^{+75}-культуры.

Обнаружено, что в клетках CuR^{+75}- и CuR^{-75}-культур содержание ядерного белка было выше, чем в клетках CuS-культуры. Различия в содержании ядерного белка между CuR^{+75}- и CuR^{-75}-культурами были обнаружены к 3-му пассажу. Содержания ядерного белка в клетках CuR^{-75}-культуры было в 1,7 раза ниже, чем в клетках CuR^{+75}-культуры, но в 4,7 раза выше, чем в клетках CuS-культуры.

Таким образом, перевод микроводорослей с медь-обогащенной среды на стандартную среду Артари приводил к компенсаторно-адаптивным перестройкам в клетках микроводорослей, что сопровождалось формированием функционального эпигенотипа, отличающегося от функциональных эпигенотипов медь-чувствительной и медь-резистентной культур.

Summary. Preservation of epigenetic changes in culture of cuprum resistant cells *Dunaliella viridis* after transmitting from cuprum rich media to the standart media was studied. Changing of media went to formation of new functional epigenotype, that differed from functional epigenotype of cuprum sensitive and cuprum resistant cultures.

Лелеков А.С.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ ФАЗЫ РОСТА НАКОПИТЕЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ *ARTHROSPIRA PLATENSIS* В ЗАКРЫТОЙ ПО УГЛЕРОДУ СИСТЕМЕ.

Одним из наиболее распатроненных объектов при изучении процессов фотобиосинтеза является спирулина *Arthrospira platensis*. Выращивание спирулины осуществляется в накопительном либо в непрерывном режиме культивирования. Благодаря простоте технической реализации большинство экспериментальных работ осуществляется именно в накопительном режиме. По форме накопительной кривой можно судить о лимитирующих рост факторах внешней среды, а также о последовательности их действия. Следовательно, при работе с накопительными культурами фотоавтотрофов важным является провести корректную обработку экспериментальных данных.

При культивировании спирулины в условиях накопительной культуры одним из ключевых факторов, определяющих форму кривой роста, является углеродное обеспечение. При условии оптимальных световых условий и температуры скорость роста будет определяться концентрацией основных биогенных элементов в питательной среде. Обычно при выращивании спирулины используется питательная среда Заррук, основным элементом которой является гидрокарбонат натрия (пищевая сода). При высоких значениях pH культуральной среды (>11.5) углерод представлен в растворе только карбонат-ионами, которые не поглощаются клетками спирулины, что приводит к остановке роста плотности культуры на плотностях около 1,5 – 2 г СВ/л, в то время как среда Заррук по основным биогенным элементам (азот, фосфор и др.) рассчитана на 4 – 5 г СВ/л. Это означает, что в культуральной среде остается порядка половины всех питательны веществ, следовательно, при оптимальных световых условиях, культура попадает в лимит по углероду.

В ходе проведенных исследований, была получена математическая модель роста для экспоненциальной фазы накопительной культуры *A. platensis* в условиях закрытой по углероду системе, т. е. при условии, что углерод не вносится в фотобиореактор извне. Модель основана на известных представлениях об метаболизме углерода в клетке и его ассимиляции из культуральной среды клетками цианобактерий и микроводорослей. Показано, что при экспоненциальном росте культуры молярная концентрация гидроксил ионов в среде увеличивается экспоненциально, т. к. при ассимиляции клетками гидрокарбонат ионов в среду выделяются OH^- группы. Этот процесс происходит при участии карбоангидразы – основного фермента CO_2-концентрирующего механизма. Концентрация гидрокарбонат ионов снижается не только экспоненциально, но и линейно, что

свидетельствуют о дополнительных потерях углерода в системе. Предложенная модель с высокой точностью описывает экспериментальные данные при экспоненциальном росте плотности культуры, а значит, модель применима только для ограниченного участка накопительной кривой.

Лукьянова А.Н., Пластун Т.В., Багаев А.В., Маркова Н.В.

ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь, ул. Капитанская, 2 *annieromanenko@gmail.com*

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛУБИННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ЧЕРНОГО МОРЯ ПО МОДЕЛЬНЫМ РАСЧЕТАМ И АРХИВНЫМ ДАННЫМ

В настоящей работе проводится исследование глубоководной циркуляции Чёрного моря на основе данных контактных измерений (Банк данных (БД) Морского гидрофизического института (МГИ) РАН) и результатов численного моделирования (модель Института вычислительной математики (ИВМ) РАН).

Способность численных моделей достоверно воспроизводить циркуляцию может быть подтверждена лишь натурными наблюдениями и соответствием результатов общеизвестным картам течений. В случае поверхностной циркуляции для этого может быть использовано множество средств: экспедиции, спутники, дрифтеры и т.д. Для глубоководных течений создать полноценную картину значительно сложнее. Экспедиционные измерения в Черном море последние годы почти не проводятся, к тому же контактные измерения подвержены влиянию вихревых флуктуаций и не единомоментны по пространству. Сопоставление массива данных БД МГИ РАН с результатами численного моделирования позволяет провести валидацию результатов восстановления полей глубоководных течений и уточнить представления об общей структуре глубоководной циркуляции в Черном море благодаря высокому пространственно-временному разрешению применяемой численной модели. Объединение в одном исследовании теоретических представлений, натурных измерений и результатов численного моделирования внесет существенный вклад в развитие фундаментальных знаний о физике глубоководных течений Черного моря (Иванов и др., 2011).

В рамках исследования были отобраны и обработаны архивные данные о глубоководных течениях, полученные в ходе выполнения гидрографических станций, хранящихся в базе данных МГИ РАН (Пластун, 2005). Для сравнения с архивными данными был проведён численный расчёт полей скорости течений Чёрного моря по модели ИВМ РАН, в численной реализации которой используются методы расщепления по физическим процессам и геометрическим координатам, позволяющие эффективно реализовывать неявные схемы интегрирования по времени (Залесный и др., 2013). В качестве атмосферного воздействия были использованы данные реанализа Era-Interim на 2007-2008 годы (Dee et al, 2011). Было проведено разделение станций по сезонам и декадное осреднение с приведением к фиксированным горизонтам (500, 750, 1000 метров), позволяющее установить преобладающее направление и амплитуду течений.

Сопоставление двумерных диаграмм рассеяния для компонентов вектора скорости по результатам обработки архивных данных и численного моделирования на выбранных горизонтах показали, что полученные амплитуды течений преимущественно имеют один порядок величины и качественно согласуются с измерениями, полученными с помощью АБС в период с 1955 по 1983 гг. (Иванов и др., 2011). Сравнение преобладающих направлений течений показало, что совпадение направлений наблюдается частично, что, предположительно, связано с высокой дисперсностью архивных данных и требует дальнейшей интерпретации физических процессов, стоящих за изменчивостью направлений вектора течения.

Макаров М. В., Бондаренко Л. В., Копий В. Г.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2

МАКРОЗООБЕНТОС В ЗАРОСЛЯХ ВОДОРОСЛЕЙ *CYSTOSEIRA CRINITA* DUBY, 1830 ВДОЛЬ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Макрозообентос в биотопе цистозиры вдоль побережья Крыма изучен относительно хорошо. Однако в основном это относится к районам восточного и западного Крыма (Киселёва, 2009, 2010, Макаров, 2005, 2007, 2012, 2014). Эпифитон акватории Южного берега Крыма (ЮБК) исследован гораздо меньше. Этот

район характеризуется открытым побережьем и относительно чистой акваторией, поскольку он удалён от крупных портов и промышленных центров. Цистозира по нашим наблюдениям находится в неугнетённом состоянии и слабо эпифитирована другими водорослями.

Цель работы: изучить видовой состав и количественные показатели эпифитонных сообществ *Cystoseira crinita* в некоторых районах ЮБК.

Пробы отбирали летом 2014 г. в двух районах ЮБК: акваториях природного заповедника «Мыс Мартьян» (6 км к востоку от Ялты) и Симеиза (20 км к западу от Ялты) на глубинах 1, 3 и 5 м. Всего взято 12 проб. Определяли видовой состав, численность (экз./кг), биомассу (г/кг) и трофическую структуру сообществ.

В районе Симеиза на цистозире обнаружено 17 видов макрозообентоса (11 видов Crustacea, 4 – Gastropoda, по 1 – Polychaeta и Bivalvia). Средняя численность макрозообентоса 6110±414 экз./кг, биомасса – 43,037±2,338 г/кг.

В акватории заповедника «Мыс Мартьян» – 18 видов бентосных животных (12 видов Crustacea, 4 – Gastropoda, по 1 – Polychaeta и Bivalvia). Средняя численность 4198±241 экз./кг, биомасса – 23,85±1,554 г/кг. Индекс общности видов Чекановского-Серенсена составил 0,46.

По численности в исследуемых районах ЮБК явно преобладает двустворчатый моллюск *Mytilaster lineatus* Gmelin, 1791 (3580 экз./кг – Симеиз; 1877 экз./кг – м. Мартьян), но по биомассе он доминирует только на м. Мартьян (10,5 г/кг), в районе Симеиза – брюхоногий моллюск *Rissoa splendida* Eichwald, 1830 (15,9 г/кг). Более того, у побережья Симеиза митилястер уступает по биомассе ещё двум видам Gastropoda – *Bitium reticulatum* Da Costa, 1778 и *Tricolia pullus* Linnaeus, 1758. Среди самой массовой группы макрозообентоса в зарослях *C. crinita* – Crustacea, по численности и биомассе преобладает обычный обитатель зарослевых сообществ *Erichthonius difformis* M.- Edwards, 1831 (Грезе, 1977). Таким образом, на цистозире в акватории м. Мартьян можно выделить биоценоз митилястера, однако в районе Симеиза этот вопрос остаётся спорным, поскольку по численности доминирует один вид (митилястер), а по биомассе другой (риссоя).

Трофические структуры данных биоценозов сходны – в обоих районах по количеству видов преобладают фитофаги, что типично для эпифитонных сообществ (Макаров, 2014). Помимо фитофагов, представлены детритофаги, полифаги и сестонофаг, плотоядные виды отсутствуют.

В целом, эпифитонные сообщества вдоль ЮБК относительно разнообразны по составу и достаточно многочисленны.

Макрищева Н.В.

Адыгейский Государственный Университет, Республика Адыгея, Майкопский район, г. Майкоп, ул. Первомайская, 208, *nadiysha1996@yandex.ru*

СРАВНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ИХТИОФАУНЫ В ОСЕННИЙ И ЛЕТНИЙ ПЕРИОДЫ В 2014 И 2015 ГОДАХ В РЕКЕ ФАРС И КУЖОРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ОКРЕСТНОСТЯХ СТ. КУЖОРСКОЙ

Суточная активность – это чередование периодов покоя и активности, связанных с добыванием корма, миграциями или процессами размножения. Благодаря изучению суточной динамики рыбы становится возможным производить приблизительное прогнозирование уловов и встреченных в них видов.

Исследование суточной активности рыбы проводилось в окрестностях ст. Кужорской на реке Фарс и Кужорском водохранилище. Фарс – река, протекающая в Адыгее и Краснодарском крае, левый приток Лабы. Река берёт начало из родника, вытекающего из пещеры на северном склоне Скалистого хребта, в 4,3 км к юго-востоку от посёлка Победа. В верхнем течении река имеет горный характер, в нижнем – равнинная река. Кужорское водохранилище находится на окраине станицы Кужорской.

В реке Фарс, отмечены следующие виды рыб и зарегистрированная следующая суточная активность в летний и осенний период:

1. *Голавль афипский (Leuciscus cephalus)* предпочитает прохладные воды с песчаным каменистым дном, перекатами. В летний период 2014 года наиболее активен с 11:30 до 13:30, а в 2015 году имеет два пика активности с 10:00 до 12:00 и с 16:00 - 18:00. В осенний период 2014 отмечен не был, потому что в осенний период уходит на самые глубокие места водоёма.

2. *Плотва обыкновенная (Rutilis rutilis)* предпочитает чистые, медленно текучие воды. Летом 2014 года активна в период 17:30 - 19:30. В этот же период 2015 года имеет 2 пика активности 10:00 - 12:00 и 16:00 - 18:00. В осенний 2014 года активна в период с 18:00

до 20:00.

3. *Пескарь обыкновенный (Gobio gobio)* предпочитает чистую и не слишком холодную воду, держится близ дна. Наибольшая активность в летний период 2014 года приходится на 17:30 - 19:30, а в 2015 году с 16:00 - 18:00. В осенний период 2014 года пик активности приходится с 8:00 до 10:00.

4. *Усач кубанский (Barbus tauricus kubanicus)* предпочитает чистые и быстрые воды с каменистым и песчано-каменистым грунтом. В летний период 2014 года активен в вечерние часы с 19:00 до 21:00. В 2015 году пик активности приходится на период с 16:00 - 18:00. В осенний период 2014 наиболее активен с 12:00 до 14:00.

5. *Сом обыкновенный (Silurus glanis)* предпочитает отлеживаться на ямах. В 2014 году отмечен не был. В летний период 2015 года активен с 16:00 - 18:00 часов.

По опросным данным Кужорское водохранилище зарыбливается карасём, сазаном, толстолобиком, амуром белым, голавлем афипским, сомом обыкновенным и плотвой обыкновенной, но в наших уловах встречались только 2 вида:

1. *Карась серебряный (Carassicus gibelio)* предпочитают стоячие воды. Активность в 2014 году как в летний, так и в осенний период нами была отмечена в период с 17:00 до 19:00. В летний период 2015 года пик активности так же пришёлся на период с 17:00 до 19:00.

2. *Сазан, карп (Cyprinus caprio)*. В летний период 2014 года пик активности пришёлся на период с 1:00 до 3:00, в 2015 году отмечен не был. В осенний период 2014 года не активен.

В реке Фарс в окрестностях ст. Кужорской наблюдается изменение пика активности всех зарегистрированных видов. В 2014 году он наблюдался в период с 17:00 до 19:00 часов, а в 2015 году - с 16:00 до 18:00. Это объясняется изменением температурного режима в изучаемом водоёме при одинаковом уровне воды. В часы пика активности вода в реке была наиболее прогрета, поэтому клёв шёл интенсивнее, чем в другие часы. В Кужорском водохранилище пик активности как в 2014, так и в 2015 году остался неизменным и наблюдается с 17:00 до 19:00.

Малавенда С.В., Шавыкин А.А.

Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (ММБИ КНЦ РАН), 183010, ул. Владимирская, 17, Мурманск, Россия
тел./факс: +7 (8156) 25-39-94, *malavenda@yandex.ru*

МАКРОФИТОБЕНТОС КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И УЯЗВИМОСТЬ ОТ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ

Кольский залив Баренцева моря испытывает антропогенный пресс более ста лет, а в связи с развитием Мурманского транспортного узла возрастает потребность в составлении карт уязвимости биоты, необходимое для построения карт уязвимости от разливов нефти и нефтепродуктов, для результатов инженерно-экологических изысканий и ОВОС при сопровождении строительства новых объектов в прибрежной зоне залива. На основании данных рейса ММБИ в июне 2013 и сезонных сборов в 2009-2012 гг. выполнено описание литорального и сублиторального макрофитобентоса Кольского залива (без учета губ северного колена) Баренцева моря и дана оценка его уязвимости от разливов нефти.

Биомасса макрофитобентоса в Кольском заливе (без учета губ северного колена) Баренцева моря распределена неравномерно и варьирует от 0 до 7 кг/м² на литорали и от 0 до 5 кг/м² в сублиторали. Район с наибольшей плотностью и наибольший по площади зарослей макрофитобентоса Кольского залива выявлен в защищенной части северного колена (между губами Средняя и Тюва и о-вах Екатерининский и Оленьи). Основную массу литоральных фитоценозов здесь составляют фукоиды *Fucus vesiculosus, F. distichus, F. serratus, Ascophyllum nodosum*, а в сублиторали - *Saccharina latissima* и *Laminaria digitata*. Запасы литоральных фукоидов в заливе в целом определены примерно в 5 тыс. т, причем 50 % от них составляет *F. vesiculosus*. В сублиторали Кольского залива основная биомасса макрофитобентоса сосредоточена на глубинах от 0 до 10 м.

В исследованной части Кольского залива выявлено 85 видов групп зеленые, бурые и красные водоросли. В северном колене залива отмечено 80 видов макроводорослей, в среднем – 63, в южном - только 21. Наибольшее видовое разнообразие макрофитобентоса по числу встреченных видов и видовой

насыщенности в Кольском заливе выявлено в защищенной части северного колена (между губами Средняя и Тюва и о-вах Торос, Екатерининский и Оленьи), наименьшее – в южном колене. Наибольшее число видов для всех колен залива отмечено на нижнем горизонте литорали и в сублиторали до глубины 10 м.

Построены карты распределения биомассы и типов литоральной и сублиторальной растительности в масштабе 1:25 000.

Предложен новый подход к оценке уязвимости макрофитов на отдельных участках береговой и прибрежных зон: определять через биомассу макрофитов на единицу площади и их уязвимость (коэффициентом уязвимости) в целом как экологической группы, или отдельных подгрупп и видов водорослей. Дополнительно при разработке карт уязвимости прибрежных акваторий предложено вводить коэффициенты сезона (увеличивается уязвимость макрофитов в период размножения). Для учета видового разнообразия в формулу следует вводить видовую насыщенность. Коэффициент уязвимости макрофитов в целом или отдельных подгрупп/видов предложено определять через их чувствительность к нефти, ее потенциальное воздействие на водоросли и их восстанавливаемость после воздействия (учитывая недостаток количественных данных, следует проводить экспертные оценки).

В Кольском заливе Баренцева моря наиболее уязвимыми от разливов нефти являются фитоценозы участков дна между губами Средняя и Тюва и возле о-вов Екатерининский и Оленьи, а также в западной части южного колена. Районами особой значимости являются о. Торос (высокое видовое разнообразием), и в средней части залива (от мыса Пас до м. Мишуков и между устьями губ Средняя и Ваенга, основные запасы фитобентоса).

Малавенда С.С.[1], Малавенда С.В.[2], Митяев М.В.[2], Герасимова М.В.[2]

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мурманский государственный технический университет» г. Мурманск, ул. Спортивная 13
[2]ФГБУН Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН г. Мурманск, ул. Владимирская 17

ДИНАМИКА ЛИТОРАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ: АБРАЗИЯ И ПЕРВИЧНАЯ СУКЦЕССИЯ

Актуальность изучения сукцессии литоральных фитоценозов на подвижных валунных грунтах обусловлена широким распространением данного типа биотопов на побережье Мурмана, а также результаты таких исследований могут быть использованы при строительстве береговых и портовых сооружений на валунных насыпях.

Цель работы – исследовать абразию крупнообломочного материала и его обрастание водорослями-макрофитами на литорали Мурманского побережья.

Исследование проводили в губе Зеленецкая Баренцева моря на базе биостанции ММБИ КНЦ, в течение 2004-2013 гг. Наблюдения за фитообрастанием проводили с 2009 по 2013 г. В губе было заложено три полигона, на каждом из которых оборудовали по 3 экспериментальные площадки (на каждом горизонте литорали). На каждой экспериментальной площадке выставляли не менее трех образцов крупнообломочного материала, которые экспонировали в течение года. У экспериментальных образцов крупнообломочного материала измеряли вес, объем и площадь поверхности (с точностью до 5 г, 1см^3 и 1см^2 соответственно), определяли тип горной породы, описывали грани (ровные, слабо гофрированные, гофрированные, сильно гофрированные) и ставили порядковый номер. Через год образцы крупнообломочного материала снимали с литорали и перевозили в лабораторию, где чистили, сушили, обмеряли (масса, площадь и объем) и вновь устанавливали на полигонах.

Выявлено, что на скорость абразии крупнообломочного материала на литорали Мурманского побережья влияют метеофакторы: температура воздуха (среднегодовая и среднесуточного градиента температур) и ветровой режим (скорость ветра, направление и повторяемость нагонных ветров). Помимо скорости ветра можно использовать штормовой коэффициент, который фиксирует периоды изменения скорости абразионного разрушения.

Экспериментальное изучение фитообрастания в пределах валунной фации литорали Мурманского побережья показало, что основу формирующихся фитоценозов составляют однолетние виды-эксплеренты (*Acrosiphonia arcta, Blidingia minima, Spongomorpha aeruginosa, Pylaiella littoralis*). Видовой состав и биомасса обрастаний изменяется под воздействием гидрометеорологических условий, а так же зависит от положения субстрата в литоральной

зоне и морфологических особенностей крупнообломочного материала.

В поясе фукусовых фитоценозов на валунной литоральной фации Мурманского побережья аналогичные группировки являются первой стадией обрастания субстрата макрофитами.

Малахова Т.В., Евтушенко Д.Б., Баяндина Ю.С.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
t.malakhova.imbr@gmail.com

СТРУЙНЫЕ МЕТАНОВЫЕ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ: МЕТОД РЕГИСТРАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА ПУЗЫРЬКОВОЙ РАЗГРУЗКИ ДНА

Оценка вклада морских источников метана в процесс глобального потепления является актуальной комплексной задачей. Неоднородность распределения метановых сипов и высокая спорадичность их активности усложняет задачу определения суммарного объема поступающих в атмосферу газов. Это обуславливает необходимость изучения механизмов газовой разгрузки отдельно взятых площадок струйных газовыделений.

Существует несколько методов оценки газового потока из дна: гидроакустический (Artemov, 2006, 2007; Muyakshin, 2010; Vazquez, 2015), ручной подсчет (Römer, 2012), а также подсчет при помощи ловушек (Белова, 2013). Небольшая глубина и сложный рельеф дна изучаемых нами мелководных районов не позволяют использовать традиционные методы регистрации и анализа пузырьковых потоков. Нами был разработан собственный метод компьютерного анализа видеозаписи пузырьковой разгрузки, который позволяет автоматизировать расчет потока.

Видеозаписи получали с помощью экшн-камеры GoPro 3, оснащенной подводным боксом. Видео снимали в нескольких повторностях с различной частотой кадров в секунду (15 - 240 кадр/с). Методика последующего анализа видеозаписей включала использование компьютерных программ VirtualDubMod и ImageJ, а также Microsoft Excel. В программе VirtualDubMod производили начальную обработку видеоизображения. С помощью программы ImageJ с подключенным плагином wrMTrck_Batch измеряли размеры, скорость всплытия газовых пузырьков и их количество. Статистический анализ проводили в программе Microsoft Excel.

Методику отрабатывали с помощью экспериментальной установки, состоящей из стеклянного бокса, наполненного водой, и воздушного компрессора, создающего поток пузырей. Т.к. при движении пузырька газа в жидкости происходит искажение его сферической формы, а его движение вверх имеет спиралевидную траекторию, видимая площадь пузырька изменяется в процессе записи видео. Подсчет средней регистрируемой площади дает представление о реальном размере пузырька. Коэффициент вариации площади для каждого пузырька в среднем составил 16 %. Коэффициент вариации средних размеров генеральной совокупности пузырей в поставленном эксперименте был равен 7 %. Достоверные данные получены при скорости записи видео не менее 120 fps.

Апробация метода в полевых условиях проводилась на площадке газовой разгрузки в б. Ласпи в июле 2014 г. По данным изотопного и углеводородного состава выделяющийся там газ имеет глубинную природу ($\delta^{13}C\text{-}CH_4$= -35,3 ‰ VPDB; C_1/C_{2+} = 29). Одновременно на площадке насчитывалось более 20 отдельных точек струйных выходов газа, как из скальных образований, так и из песка. В течение нескольких часов наблюдений в б. Ласпи выявлено преобладание пульсирующих газовыделений. Установлено, что плотность потока из отдельной точки была равна в среднем 400 пузырьков в минуту, частота импульсной разгрузки 20 мин$^{-1}$. Размерный спектр пузырьков составил 1 – 25 отн. ед. в диаметре.

Применяемый метод дает возможность в будущем масштабировать изучаемый объект и перейти к физическим размерам пузырей и реальным газовым потокам, а также оценить факторы, влияющие на величину газовой разгрузки, такие как, атмосферное давление, сейсмическая обстановка и гидрохимические характеристики среды.

Мансурова И.М.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
ira.mansurova2013@yandex.ua

РОСТ ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ НА РАЗНЫХ ИСТОЧНИКАХ АЗОТА

Динофитовые (Dinophyta) – вторая по биомассе таксономическая группа водорослей Черного моря после

диатомовых (Bacillariophyta). Соединения азота, – необходимый компонент питания микроводорослей, в морской воде существуют в различном количестве и формах, основными из которых являются нитраты, аммоний и мочевина (Парсонс, 1982).

Цель настоящей работы заключалась в исследовании влияния нитратов, аммония и мочевины на рост черноморских видов динофитовых водорослей в условиях культур.

Экспериментальные исследования были выполнены на альгологически чистых культурах шести видов динофитовых водорослей: *Gyrodinium fissum*, *Prorocentrum cordatum, P. micans, P. pusillum, Heterocapsa triquetra* и *Gymnodinium wulffii.* Предварительно их адаптировали к свету 95 – 105 мкЭ×м$^{-2}$×с$^{-1}$ и доводили до дефицита азота в среде, критерием которого были низкие значения относительной переменной флуоресценции хлорофилла *in vivo* (Fv/Fm), составлявшие ≤ 0.30 (Запара и др., 2008). Затем водоросли разбавлялись свежей питательной средой Гольдберга (Финенко и др., 2008), содержащей одну из трех форм азота: нитраты, аммоний (конечная концетрация 100 мкМ) или мочевину (50 мкМ). Температура в экспериментах составляла 20 – 23 ºС.

Главным исследованным параметром была удельная скорость роста водорослей (μ), рассчитанная по величине переменной флуоресценции (F_0), измеренной *in vivo* при открытых реакционных центрах фотосистемы II, которая изменяется пропорционально концентрации хлорофилла *a* в клетках водорослей.

Получено, что в процессе роста накопительных культур большинство исследованных видов (*P. cordatum, P. micans, P. pusillum* и *H. triquetra*) осуществляли прирост приблизительно с одинаковой скоростью на всех трех формах азота. Однако у *G. fissum* на мочевине наблюдалось некоторое отставание роста на 2 – 3 сутки. Значение удельной скорости роста на участке кривой, отражающем начальную и экспоненциальную фазы роста, оказалось в 1.5 раза ниже, чем на двух других источниках азота. В период максимального роста эти различия были меньше: на нитратах и аммонии водоросли показали наибольшую удельную скорость роста на 3 – 4 сутки, равную 0.86 и 0.82 сутки$^{-1}$ соответственно, а на мочевине 0.68 сутки$^{-1}$ на 5 – 6 сутки эксперимента. В результате на всех трех источниках азота водоросли достигли почти одинаковых максимальных величин переменной флуоресценции. Однако они были достигнуты в разное

время: на нитратах и аммонии – на 6-е сутки, а на мочевине – на трое суток позже.

Существенные различия в росте на органической и неорганических формах азота были отмечены для *G. wulffii*. Экспоненциальная фаза роста на нитратах и аммонии наблюдалась с первых по третьи сутки, когда удельная скорость роста составляла 0.88 – 1.05 сутки$^{-1}$. Тогда как на мочевине в этот период водоросли практически не росли, затем удельная скорость роста медленно повышалась, достигнув значения 0.20 сутки$^{-1}$. И только на 11-е сутки эксперимента прирост водорослей практически прекращался, то есть начиналась стационарная фаза. Конечные величины переменной флуоресценции, которых достиг *G. wulffii* на мочевине были в 1.6 – 1.8 раз ниже, чем на двух других формах азота.

Таким образом, на основе полученных результатов можно предположить существование видоспецифичности в отношении способности динофитовых водорослей усваивать мочевину.

1. *Запара Е. В., Белевич Т. А., Ильяш, Л. В.* Конкурентные параметры планктонных водорослей Белого моря при эксплуатации органического и минерального азота // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Биологический. – 2008. – Т. 113, №3. – С. 43–49.

2. *Парсонс Т. Р., Такахаши М., Харгрейв В.* Биологическая океанография. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – С. 89 – 91.

3. *Финенко З. З., Стельмах Л. В., Галатонова О. А., Бабич И. И.* Культивирование водорослей в лабораторных условиях / Токарев Ю. Н., Финенко З. З., Шадрин Н. В. Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования. – Севастополь: Экоси-Гидрофизика, 2008. – С. 186 – 200.

Мингазова Н.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, г. Казань, 420008, Кремлевская, 18. *nmingas@mail.ru*

КОНЦЕПЦИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ РОССИИ И АБХАЗИИ)

В виду антропогенной деградации водных экосистем необходима экологическая реабилитация и восстановление многих

водоемов и водотоков. Экореабилитация водных объектов является сравнительно новой для России областью природоохранной деятельности.

Научно-теоретическими основами восстановления и экореабилитации водных объектов являются классические положения экологии о структурно-функциональной организации и взаимосвязи всех компонентов экосистем, о необратимости эволюции, а также представления о естественном и антропогенном эвтрофировании, экологической емкости и процессах самоочищения, устойчивости водных экосистем и др. (Мингазова, 1999). В качестве базовых принципов концепции восстановления озер известны природный потенциал экосистемы, трофический статус озера и устойчивость его экосистемы (Драбкова, Прыткова, 1994). По нашему мнению, основанному на многолетних исследованиях водных объектов России и Абхазии, базовыми принципами экореабилитации являются: 1) учет типа водной экосистемы; 2) экосистемный подход; 3) учет характера и последствий антропогенного воздействия; 4) учет оценки экологического состояния водных объектов; 5) учет целей водопользования (Мингазова, 2014, 2015).

Многолетний опыт коллектива Лаборатории оптимизации водных экосистем и кафедры Природообустройства и водопользования Казанского (Приволжского) федерального университета в восстановлении и экореабилитации водных объектов позволяет предупредить об основных ошибках, нередко осуществляемых экорестараторами. Типовыми ошибками являются: 1) не до учёт последствий антропогенного воздействия для конкретного водоема или водотока, реального экологического состояния водного объекта; 2) использование только гидротехнических методов - выемка грунта, жесткое берегоукрепление (гидрологическая концепция как старый подход); 3) приоритет использования 1-2 методов из множества восстановительных мероприятий (только альгологические методы, или только биопонтоны и т.п.); 4) не использование комплексного подхода, без разделения на этапы восстановления и применения на этапах рзличных методов; 5) проведение реставрационных работ без предварительных исследований; 6) не использование «мягких», щадящих, экологичных технологий и т.п.

С «экосистемных» позиций в водной экосистеме все процессы сбалансированы, взаимосвязаны и скреплены круговоротом веществ, энергии и информации через сложные трофические взаимоотношения. Единство биотопа и биоценоза

поддерживается сложными взаимосвязями, а донные отложения выполняют функцию резервата веществ в экосистеме. И мероприятия по экологической реабилитации должны быть направлены на сохранение оставшихся свойств водной экосистемы, их поддержание, развитие и восстановление нарушенных или отсутствующих свойств (в т.ч. через восстановление нарушенных или отсутствующих компонентов, биотических сообществ и т.п.). Методически они подразделяются на профилактические и собственно восстановительные; осуществляются в несколько этапов: этап исследований по оценке состояния, выбору мероприятий, разработке проекта; этап гидротехнических мероприятий; этап биотехнических мероприятий.

Кафедрой Природообустройства и водопользования КФУ в сотрудничестве с проектировщиками подготовлены эскизные проекты по экологической реабилитации для ряда водных объектов Российской Федерации (озера Кабан, Лебяжье, Марьино, Харовое и другие в Республике Татарстан) и в Республике Абхазия (озеро Скурча, для которого осуществляется гидротехнический эксперимент по распреснению воды и улучшению кислородного режима). Имеется положительный опыт восстановления водных экосистем и их биотических сообществ (планктона и бентоса).

Миронов О.А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
mironov87@gmail.com

ЗАРОСЛЕВЫЕ СООБЩЕСТВА МАКРОФИТОВ, КАК ИНДИКАТОРЫ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ СЕВАСТОПОЛЯ

В настоящее время важную роль в оценке антропогенного воздействия на морскую среду играют методы биоиндикации. В отличие от аналитических методов контроля они позволяют получить непрерывную оценку качества водной среды по состоянию наиболее чувствительных организмов и их сообществ. Такие организмы, жизненные функции которых тесно скоррелированными с отдельными факторами среды называются биоиндикаторами. В водных объектах в роли биоиндикаторов чаще всего выступают сообщества бактерио-, фито-, зоопланктона, зообентоса, перифитона. Обширные исследования по использованию в

биоиндикации моллюсков-фильтраторов мидий проводились в отделе Морской санитарной гидробиологии ИнБЮМ в 80х годах XX века. В частности было установлено, что профильтровывая большие объемы морской воды, мидии накапливают в себе полициклические ароматические углеводороды, многие из которых являются канцерогенами.

Однако практически не охвачены подобными исследованиями обитатели зарослевых сообществ, равно как и сами макрофиты, особенно в районах с малыми глубинами, где происходит концентрация загрязнений, поступающих как с берега, так и со стороны моря.

Одним из факторов, определяющим возможность использования тех или иных организмов в целях биоиндикации помимо высокой чувствительности является их доступность. В прибрежной акватории Севастополя обширные подводные заросли образуют бурая водоросль *Cystoseira barbata* (Good. et Wood.) Ag. и морская трава *Zostera noltii* (Hornemann). Здесь находят убежище и пищу многочисленные морские животные, а среди них одними из наиболее массовых являются брюхоногие моллюски *Rissoa splendida* (Eichwald, 1830) и *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778).

Изучение накопления и выведения НУ этими организмами проводилось при их взаимодействии только с высокими концентрациями нефти, причём как в природных условиях, так и в лабораторных экспериментах, тогда как сведения о накоплении ими НУ при концентрации в море близкой к фоновой, каковая наблюдается в прибрежной акватории Севастополя в последнее время, практически отсутствуют. Однако подобная информация нужна при прогнозе отдаленных последствий аварийных разливов нефти, а также при её незначительных поступлениях в море вследствие повседневной хозяйственной деятельности человека.

Мирошниченко Е.С., Москвина М.И.

ФГБОУ ВПО «Мурманский государственный технический университет», 183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13, *lutsenkoes@mstu.edu.ru*

ЦИАНОБАКТЕРИИ ПЕРИФИТОНА ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Цианобактерии обладают рядом экофизиологических свойств, позволяющих им успешно развиваться в приливно-

отливных зонах полярных морей (Vincent, 2000; Devi, 2010). Однако, работ, посвященных исследованиям цианобактерий перифитона арктических морей, крайне мало. Целью исследования явилось изучение видового состава цианобактерий перифитона литорали Кольского залива Баренцева моря – незамерзающего рыбохозяйственного водоема эстуарного типа.

В период с сентября 2010 по апрель 2012 гг. на пяти станциях Кольского залива было обнаружено 68 видов цианобактерий, относящихся к 38 родам, 13 семействам, 3 порядкам. Из них 33 вида ранее не упоминались для литорального сообщества цианобактерий Кольского залива и Баренцева моря. Доминирующие виды были представлены: *Leibleinia nordgaardii* (встречаемость вида *P* = 57,4 %), *L. epiphytica* (*P* = 31,8 %), *Gloeocapsopsis crepidinum* (*P* = 18,9 %), *Calothrix scopulorum* (*P* = 16,9 %), *Pseudophormidium battersii* (*P* = 14,2 %) и *Leptolyngbya fragilis* (*P* = 13,5 %). Все эти виды являются широко распространенными представителями цианобактерий на литорали многих морей, в том числе полярных (Голлербах, 1953; Komarek, 1998, 2005; Elster, 2002; Белякова, 2005; Comte, 2007).

Анализ таксономического списка цианобактерий литорали залива показал, что наибольшее число видов представлено обрастателями неживых субстратов и эпифитами (53 % от всех видов). Цианобактерии, вследствие своей теплолюбивой природы (Белякова, 2005), предпочитают обитать на поверхности прогреваемых субстратов: камней, валунов, скал. Большая доля эпифитных форм связана с высоким уровнем развития макрофитов на литорали Кольского залива (Кузнецов, 2003). Значительный вклад планктонных форм (16%) в структуру сообщества, по-видимому, обусловлен привнесением их с приливно-отливными течениями и стоками рек Туломы и Колы.

Среди выявленных таксонов цианобактерий доминировали морские виды (37%). Субдоминантное положение занимали виды, способные обитать в распресненных морских и солоноватых водах (18 % и 14%), а также пресноводные формы (25%). Такое распределение форм цианобактерий типично для высокоширотных сообществ (Белякова, 2005), и, вероятно, вызвано миграциями биотических компонентов с водными массами Баренцева моря и пресными водами впадающих в залив рек. Высокие значения индекса Шеннона-Уивера свидетельствуют о создании на литорали залива благоприятных условий для жизнедеятельности цианобактерий перифитона, несмотря на сильную антропогенную нагрузку на акваторию. Низкий индекс сходства Жаккара и высокий

индекс полидоминантности Симпсона указывают на различающиеся условия обитания данных микроорганизмов на станциях.

Морозов А.А., Юрченко В.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук, 152742 Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок, д. 109, *aleksey.a.morozov@gmail.com*

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАРАМЕТРОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ ПЕЧЕНИ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* L.

Изменчивость активности антиоксидантных ферментов и интенсивности накопления продуктов перекисного окисления липидов в годовом цикле относится к эволюционно закреплённым адаптациям к сезонной смене условий и направлена на оптимизацию энергетических затрат в организме рыб.

В данной работе представлены результаты двухлетнего исследования изменчивости активности супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионредуктазы, глутатион-S-трансферазы, а также содержания восстановленного глутатиона и малонового диальдегида.

Все изученные показатели (в большей или меньшей степени) характеризуются сезонной изменчивостью. Наибольшая годовая амплитуда колебаний величины признака отмечена для содержания восстановленного глутатиона, наименьшая – для малонового диальдегида. Активность глутатионредуктазы имела небольшую годовую амплитуду, при этом характеризовалась наибольшей внутрипопуляционной вариабельностью.

В годовом цикле важнейшими экологическими факторами для рыб средних широт являются фотопериод (длина светлого периода суток) и температура. Так, в наибольшей степени синхронизирующая роль фотопериода отмечена для ферментов супероксиддисмутаза и каталаза, при этом практически отсутствует связь динамики этих показателей с изменением температуры воды. И, наоборот, содержание продуктов перекисного окисления липидов (малонового диальдегида) имело сильную корреляционную связь с температурой среды. Динамика активности глутатион-S-трансферазы также находилась в соответствии с изменениями температуры. При этом активность глутатионредуктазы и

содержание восстановленного глутатиона не имели статистически значимой корреляции ни с одним из рассматриваемых экологических факторов.

Новикова Т.М.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
nowTanj@yandex.ru

УПРАВЛЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Микроводоросли способны накапливать различные биологически активные вещества, которые широко используются в медицине, косметологии, сельском хозяйстве и многих других отраслях деятельности человека. Для накопления какого-либо химического компонента необходимо создать условия, при которых синтез остальных компонентов будет гораздо меньшим. Как известно, существуют различные способы выращивания микроводорослей. В данной работе использовали метод турбидостата, в котором концентрация клеток в популяции поддерживается на определенном уровне за счет регулирования оптической плотности культуры. При непрерывном культивировании можно стабилизировать рост популяции в любой активной фазе развития, тем самым моделируя накопительный режим культивирования. Каждая фаза характеризуется определенным биохимическим составом клеток, который определяется внешними условиями, основным из которых является свет. С ростом культуры количество падающей энергии на клетку будет уменьшаться, соответственно будет изменяться биохимический состав культуры. Цель работы составляла определить параметры, при которых содержание углеводов в культуре микроводоросли будет максимальным.

В качестве объекта исследования использовали альгологически чистую культуру морской зеленой жгутиковой микроводоросли *Tetraselmis viridis* (Rouch) из коллекции ИМБИ РАН. Температура и pH были постоянны, 28±1 ^{0}C и 7±0,5 соответственно. В качестве питательной среды использовалась среда «Тренкеншу». Эксперимент проводился на люминостате с лампами GE F18W/54-765, которые давали среднюю поверхностную освещенность для реактора 19 кЛк. В турбидостатном режиме культивирования

микроводоросли задавали стационарные плотности от 0,4 до 1 г·л$^{-1}$ с шагом 0,1 г·л$^{-1}$. В зависимости от плотности культуры и количества ее слива, с суточным периодом, подавалась свежая питательная среда, для стабилизации задаваемой оптической плотности культуры микроводоросли.

В ходе эксперимента для каждой стационарной плотности определили динамику содержание запасных и структурных углеводов. Также была рассчитана продуктивность для каждого стационарного режима, которая составила 0,28 г·л$^{-1}$·сут$^{-1}$. С ростом плотности непрерывной культуры содержание запасных полисахаридов увеличивалось с 14 до 42 % от органического вещества культуры *T. viridis*, содержание структурных при этом уменьшились с 7,8 до 3,4 %. При этом содержание структурных углеводов в расчете на клетку не изменяется, что свидетельствует о том, что поддерживается постоянное содержание структурных компонентов клеток (при неизменной плотности культуры). Заметное снижение относительного содержания структурных углеводов обусловлено значительным накоплением в клетках запасных полисахаридов. Таким образом, экспериментально показано, что накопление запасных полисахаридов, широко используемых в практической деятельности человека, при данном режиме культивирования связано с условиями высокой плотности культуры и низкой облученности клеток. Поэтому турбидостатный метод можно использовать для получения культур с высоким содержанием полисахаридов в клетках микроводоросли *T. viridis*.

Пахомов М.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук, 183010, Россия, г. Мурманск, ул. Владимирская 17, *pachomov@mmbi.info*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ НАСТОЯЩИХ ТЮЛЕНЕЙ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

При использовании морских млекопитающих в биотехнических системах необходимы знания об их сенсорных способностях, так как ластоногим предстоит взаимодействовать как с технической составляющей биотехнической системы, так и с человеком. Основным источником информации об окружающем

мире для человека является зрение. Важный компонент процесса зрительного восприятия – способность анализировать спектральные характеристики объектов, т. е. цветовосприятие.

Целью работы было исследование возможностей дифференцировки объектов представителями трех видов настоящих тюленей по цветовому признаку.

В экспериментах с 2009 по 2014 гг. участвовали 4 серых, 5 гренландских тюленей и 2 кольчатые нерпы, содержащиеся на аквакомплексах ММБИ в Кольском заливе.

В ходе экспериментальной части исследования тюлени должны были из пары предъявляемых табличек выбирать только ранее подкрепляемую и проигнорировать таблички других цветов. Для этого тюленю сначала предъявляли только одну табличку определенного цвета, а затем к ней в пару добавляли табличку белого цвета и подкрепляли касание только цветной таблички. Когда тюлень начинал без ошибок дифференцировать табличку подкрепляемого цвета, белую табличку заменяли табличками других исследуемых цветов.

Неподкрепляемые цвета меняли в псевдослучайной последовательности (не более двух повторений подряд), также изменяли и взаимное положение подкрепляемой и неподкрепляемой табличек. На каждой тренировке осуществляли по 20 предъявлений. С каждым животным проводили по 30 экспериментальных тренировок. Использовались таблички 5 основных спектральных цветов (красный, желтый, зеленый, голубой, синий) и таблички серого цвета, аналогичные по светлоте соответствующим цветным табличкам.

В ходе проведения эксперимента выяснилось, что у всех животных имеется возможность выработки условного рефлекса на цвет. Они способны воспринимать цвет объекта как условный раздражитель. Причем, животные хорошо различали предъявляемые стимулы как на суше, так и на глубине 2 м при различных показателях внешней освещенности (30 – 15000 лк).

Результаты эксперимента показали, что гренландские тюлени значительно хуже различают цвета. Так, например, ни один из гренландских тюленей, участвовавших в эксперименте, не способен был дифференцировать цвета средней части видимого спектра (желтый, зеленый, голубой) от нижней (красный) и верхней (синий) границ видимого спектра. В то время как данные животные достаточно быстро обучались дифференцировать таблички синего и красного цветов (в среднем 96 ± 2.15% верных реакций при 240 предъявлениях).

Серые тюлени и кольчатые нерпы уверенно дифференцировали как 5 основных спектральных цветов, так и соответствующие им оттенки серого (в среднем 90 ± 4.25% верных реакций при 600 предъявлениях). Некоторые затруднения у этих животных возникали с дифференцировкой зеленого и желтого цветов (в среднем 79 ± 8.45 % верных реакций при 120 предъявлениях), что, по-видимому, имеет физиологические причины. А также с дифференцировкой голубого цвета и его монохромного аналога (в среднем 83 ± 3.75 % верных реакций при 120 предъявлениях), что, вероятно, объясняется высокой светлостью этих цветов.

Таким образом, исследования показали, что, по крайней мере, серые тюлени и кольчатые нерпы обладают цветовым зрением.

Пашкова И. С., Евстигнеев М. П.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», РФ, 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, *ira_leroy@mail.ru*

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТИВООПУХО ЛЕВОГО АНТИБИОТИКА ДОКСОРУБИЦИНА С ФУЛЛЕРЕНОМ C_{60}

В настоящее время молекулы фуллерена C_{60} является одними из наиболее перспективных и широко используются в различных областях стремительно развивающейся нанонауки, особенно в наномедицине [1]. Было сделано предположение, что фуллерен может служить в качестве эффективной платформы доставки лекарств за счёт образования ковалентных или нековалентных связей с препаратом. Недавно было показано, что водная смесь фуллерена C_{60} и противоопухолевого антибиотика доксорубицина (Dox) может вызывать более эффективное подавление опухоли как в естественных условиях, так и in vitro, по сравнению с действием только антибиотика. Данный результат открывает перспективу создания нового режима эффективной комбинированной фуллереновой химиотерапии рака.

Наблюдаемый биологический синергизм предположительно является результатом нековалентного комплексообразования фуллерена C_{60} и антибиотика Dox в растворе. В этом случае поведение фуллерена C_{60} схоже с поведением хорошо известной группы молекул-перехватчиков (известных как «интерцепторы»), которые связываются с молекулой препарата при помощи

гетероассоциации [2]. Ранее было показано, что при помощи различных физико-химических исследований, типичные перехватчики, такие как метилксантины, рибофлавин или хлорофиллин, связываются с доксорубицином и модулируют его биологическую активность in vitro в различных прокариотических и эукариотических системах.

В данном исследовании методом малоуглового рассеяния нейтронов и теста Эймса на мутагенность показано, что фуллерен C_{60} может действовать как перехватчик антибиотика доксорубицина через формирование гетеро-комплекса с данным препаратом, а это значит, что такие кластеры действуют как нано-контейнеры доставки Dox к клеткам-мишеням и/или для защиты антибиотика от действия внешней среды. Так же было показано, что фуллерен C_{60} вызывает концентрационно-зависимое уменьшение мутагенных или токсичных эффектов как в пролиферирующих и непролиферирующих, так и в бактериальных клетках.

1. Montellano A., Da Ros T., Bianco A., Prato M. Fullerene C_{60} as a multifunctional system for drug and gene delivery. Nanoscale 2011, 3, 4035-4041.
2. Hill G.M., Moriarity D.M., Setzer W.N. Attenuation of cytotoxic natural product DNA intercalating agents by caffeine. Sci Pharm 2011, 79, 729-747.

Пилипчук В.А., Домнин Д.А. Карманов К.В.

Атлантическое отделение Института Океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Калининградская обл. г. Калининград ул. Мира 1. 236022

ОЦЕНКА УРОВНЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ РЕКИ ПРЕГОЛЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА 2014-2015 ГГ.

Работа проведена в рамках проекта Soils2Sea, выполняемого по программе BONUS консорциумом научных групп из Дании, Швеции, Польши и России. Целью программы является Изучение удержания и выноса азота и фосфора между почвами/сточными водами и прибрежной зоной моря, внутренними водными путями, подземными водами, реками, болотами и озерами в условиях изменений климата и структуры землепользования в водосборе Балтийского моря≫.

Задача проекта: оценка возможности транспортировки и удержания питательных элементов поверхностными водами: -

проведение скрининг-мониторинга в водосборе реки Преголи для оценки концентраций соединений питательных элементов.

Преголя – крупнейшая река, впадающая в Вислинский залив Балтийского моря. Её бассейн занимает трансграничное положение и составляет 65% водосборной площади залива, сток - 44% от общего стока. Река Преголя протекает по территории Калининградской области, а основные ее притоки (Анграпа и Лава) берут начало в Варминьско-Мазурском и Подлазском воеводстве Польши. Площади водосборного бассейна, приходящиеся на долю России и Польши, примерно равны – 49 и 51%, соответственно. Кроме того, незначительная часть территории водосборного бассейна реки (около 0,5%) находится в Литовской Республике.

На берегах р. Преголи и ее притоков расположены все крупные города Калининградской области. Притоки р. Преголя: Анграпа и Лава, протекают по территории Польши с интенсивно развитым сельским хозяйством. Ежегодно в залив поступают большие объемы азота и фосфора в результате смыва минеральных удобрений и отходов животноводческих ферм, а также с коммунально-бытовыми и промышленными стоками. Биогенная нагрузка, поступающая со стоком р. Преголя, во многом, определяет обилие и первичную продукцию фитопланктона, и соответственно, уровень эвтрофирования лагунной экосистемы Вислинского залива.

Обнаружено, что в реках Юго-Восточной Балтики значимыми являются процессы, приводящие к удержанию биогенов в пределах их водосбора. Мониторинговые работы проведены в ключевые сезоны года в водосборном бассейне реки Преголи. Обнаружено, что пространственно-временное распределение концентраций биогенов в водосборе реки Преголи таково, что максимальные значения общего азота (N общ) приходятся на период весеннего половодья, когда его количество превышает (на некоторых станциях более чем в 2 раза) зимние и осенние показатели. Наиболее загрязненными оказываются воды трансграничной реки Лавы (приток реки Преголи), при том, что концентрация (N общ) в воде устьевых участков рек Преголи и Деймы (конечные створы стока с водосбора в приемные водоемы – Вислинский и Куршский заливы соответственно) ниже по сравнению с этим главным притоком реки. С другой стороны, аналогичных пространственных различий, а также временной закономерности в распределении концентрации общего фосфора не наблюдается.

Собранная информация пополнила базу гидрологических и гидрохимических данных для поверхностных вод суши

Калининградской области. Данные будут использованы для калибрации и верификации численной модели.

Подунай Ю.А., Давидович О.И., Давидович Н.А.

ГБУ НОП РК «Карадагский природный заповедник», ул. Науки, 24, п. Курортное, г.Феодосия, Крым, Россия, *grab-ua@yandex.ru*

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ *ARDISSONEA CRYSTALLINA* (BACILLARIOPHYTA), ОБИТАЮЩЕЙ В Б. КАЗАЧЬЯ (Г. СЕВАСТОПОЛЬ)

Род *Ardissonea* De Notaris, 1870, вызывающий огромный интерес с таксономической точки зрения, в Черном море представлен тремя видами. Нами была изучена популяция *Ardissonea crystallina* (C.Agardh) Grunow из б. Казачья (г. Севастополь).

Клетки *A. crystallina* вытянутой формы, имеют множество хлоропластов, равномерно распределенных по всей длине клетки. Живет отдельными клетками или группами клеток (от 2 до нескольких десятков клеток в каждой). Вид обитает в прибрежной зоне на дне или на талломах макроводорослей и макрофитов. Апикальным концом клетки крепятся к субстрату с помощью выделяемой слизи. Размер образуемой слизистой подушки зависит как от количества клеток в группе, так и от размера самих клеток, и может занимать сравнительно большую площадь. При одноразовой съемке минимальный измеренный нами размер клеток в природной популяции составил 118 мкм (в дальнейшем при содержании в культуре были обнаружены клетки, уменьшившиеся до 76 мкм), максимальный размер клеток в популяции – 498 мкм.

При содержании *A. crystallina* в культуре была изучена ее способность к росту и скорость вегетативного размножения при разной солености. Проведенные эксперименты показали, что *A. crystallina* жизнеспособна в диапазоне солености от 12 до 42 ‰. При солености менее 8 и более 48 ‰ водоросль погибала. Наилучшими показатели роста (наибольший темп деления) оказались при солености 28-29 ‰. Любопытно, что в месте обитания изучавшейся популяции соленость типичная для Черного моря (18 ‰), далеко отстоящая от оптимальной для данного вида. Это дает нам возможность предположить, что данный вид является типично морским, и хотя пределы толерантности позволяют ему

жить в Черном море, изначальная эволюция вида проходила при более высокой солености.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-04-00237 А.

Подзорова Д. В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
d.podzorova@mail.ru

HYDROIDES DIANTHUS (Annelida: Serpulidae) В БИОТОПЕ КАМНЕЙ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

H. dianthus (Verril, 1873) – вид-вселенец, впервые обнаруженный в Черном море в районе Севастополя в 2009 г. (Болтачева и др., 2011). Для других водоемов известно, что эта полихета обитает на вертикальных поверхностях различного происхождения. (Leone, 1970; Mercurio et al., 2008; Link et al., 2009). Данных о встречаемости и распределении вида в Черном море нет, что определило цель настоящего исследования - изучить некоторые особенности обитания *H. dianthus* в Черноморском регионе.

Материалом для исследований послужили пробы обрастания камней, собранные в августе-сентябре 2015 г. в 4-х точках у южного оградительного мола Севастопольской бухты. Две точки расположены со стороны мола, обращенной к Севастопольской бухте, и являются акваторией с относительно спокойным волновым режимом, две другие точки находятся со стороны мола, обращенной к открытому морю, где фактор прибойности более выражен. В каждой точке отбирали по 10 камней на глубинах 0,5 и 2 м (всего исследовали 80 камней). Средние размеры камней – 15×10×10 см. Показатели численности и биомассы полихет пересчитывали на 1 $м^{-2}$ площади поверхности камня.

Встречаемость червей в точках с внутренней стороны мола на глубине 0,5-2 м – 55%. С внешней стороны мола на глубине 0,5 черви не обнаружены, на глубине 2 м они встречаются в 25% случаев. На камнях с внутренней стороны мола на исследованных глубинах полихеты распределены равномерно. Численность *H.dianthus* на глубине 0,5 м – 41±1 экз·$м^{-2}$, на глубине 2 м – 38±12 экз·$м^{-2}$. С внешней стороны мола на глубине 2 м черви были в встречены в количестве 9±6 экз·$м^{-2}$.

В целом, в биотопе камней Севастопольской бухты на глубине 0 – 2 м встречаемость *H.dianthus* – 34 %, максимальная плотность достигает 252 экз·м$^{-2}$, в среднем составляя 18 экз·м$^{-2}$. По-видимому, распределение *H. dianthus* в изученном биотопе в первую очередь зависит от степени прибойности. На внутренней стороне мола червей намного больше, чем на внешней. На внешней стороне мола полихеты этого вида не встречены у уреза воды и в небольшом количестве зарегистрированы на глубине 2 м.

Автор выражает искреннюю благодарность Н.А. Болтачевой за ценные рекомендации по проведению и обработке результатов исследования.

Поляхов В.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный университет», 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, тел. 8(861)219-95-01, факс: 8(861)219-95-17, *rector@kubsu.ru*

«ОСОБЕННОСТИ НЕРЕСТОВОЙ ЭТОЛОГИИ ГОЛУБОЙ ТИЛЯПИИ (ЛАТ. OREOCHROMIS AUREUS) ПРИ СОДЕРЖАНИИ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (УЗВ)»

Самым технологичным в интенсивном рыбоводстве на данный момент является направление развития установок замкнутого водоснабжения (УЗВ).

Идеальным объектом для непрерывного выращивания в установках замкнутого водоснабжения являются тиляпии - это теплолюбивые устойчивые к неблагоприятным условиям среды рыбы, которые способны давать потомство каждый месяц при правильно подобранных режимах кормления и содержания. Являются поставщиком ценного мяса.

Целью исследования было определение наиболее рационального способа подбора и эксплуатации семей голубой тиляпии в условиях содержания в установках замкнутого водоснабжения.

Экспериментальное маточное стадо голубой тиляпии содержится в УЗВ с объёмом воды в системе – 10 м3. Формирование семей перед нерестовым периодом происходило следующим образом: в первом случае отбирался крупный самец. К самцу случайным образом выбирались разноразмерные самки в

количестве 5 особей. Каждая семья помещалась в отдельный бассейн с укрытиями при температуре около 28,5±1,5 ºС. Через неделю проводилась проверка, вынашивают ли самки икру.

Во втором случае так же выбирался самец и 70 особей разновозрастных и разноразмерных самок. Этих рыб сажали в бассейн площадью 3,2 м2 и глубиной 0,5 м. Через неделю самки в бассейне проверялись на наличие икры и вместе с самцом отсаживались в отдельный бассейн после отбора у них икры. К оставшимся самкам подсаживался новый самец и через неделю снова отбиралась ещё одна семья вышеприведённым образом.

Сформированные естественным образом семьи содержались в нерестовых бассейнах 21 день. По прошествии преднерестового периода производилась проверка самок на вынашивание икры, отбор икры и инкубация в аппаратах Вейса.

При формировании семей путём подбора самок рыбоводом, наблюдается следующая тенденция – чем ближе самка к самцу по размерно-весовым характеристикам, тем негативнее будут качественные (физиологическое состояние производителей и икры) и количественные (рабочая плодовитость от самки, количество дней для восстановления у самки способности икрометания после нереста) показатели нереста. Самая крупная самка пытается занять доминирующую позицию в семье, нанося повреждения остальным рыбам. В среднем от одной самки было получено 23 икринки. Отнерестилось 15 % самок.

Самки, которых отбирал непосредственно сам самец при преднерестовом содержании производителей в бассейне 3.2 м2, всегда были меньше самца на 64,63%, давали мелкие (до 1 мм Ø) бежево-коричневые икринки неправильной формы в виде овала со срезом. одна самка обычно вымётывала в среднем около 170 икринок. Отнерестилось 63% самок.

При трёхкратном размерно-весовом превосходстве самца над самками не наблюдается агрессии со стороны самца вследствие того, что самки прячутся в укрытиях, куда самцу доступ затруднён из-за размеров.

Использование самок по размерам и весу близких к самцам не рационально – падает рабочая плодовитость самок, при этом икра является носителем различных несовместимых с жизнью уродств, семья находиться в постоянной стрессовой ситуации, нередко наблюдается гибель производителей из-за драк между доминирующей самкой и остальными особями.

Поповичев В.Н., Рылькова О.А., Гулин С.Б., Стецюк А.П., Родионова Н.Ю., Бабич И.И., Бобко Н.И., Богданова Т.А., Проскурнин В.Ю.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
popovichev@ukr.net

БИОГЕННЫЕ СВОЙСТВА И ЭВТРОФИКАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГЛУБИННОЙ ВОДЫ ИЗ СЕРОВОДОРОДНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ ПО МАТЕРИАЛАМ ЭКСПЕРИМЕНТОВ 2014 – 2015 ГГ.

Изучение биологических свойств водной среды из восстановительной зоны Черного моря в отношении оксибионтов представляет особый интерес в связи с тем, что данная водная толща насыщена природным ксенобиотиком – сероводородом, а также тем, что состав и концентрации химических элементов в аноксической среде значимо отличаются от таковых в кислородной зоне моря.

Начиная с 1984 г. в отделе радиационной и химической биологии ИнБЮМ НАНУ (ныне ИМБИ РАН) были инициированы работы по изучению влияния на морские организмы глубинной воды из восстановительной зоны Черного моря, как с естественным содержанием сероводорода, так и после его полного окисления (Поликарпов и др., 1986, 2008; Гулин, Поликарпов, 2008; Polikarpov et al., 2006). Было установлено, что для разных исследованных видов черноморских организмов характерны свои пределы чувствительности к присутствию сероводорода в среде. Среди наиболее чувствительных оказались рачки амфиподы, которые переносили концентрации сероводорода до 1.5 мг·л$^{-1}$. Также получено, что глубинная вода не оказывает значимого ингибирующего действия на многие виды черноморских планктонных водорослей в присутствии высоких исходных концентраций сероводорода, а после его полного окисления она может применяться в качестве питательной среды при культивировании одноклеточных планктонных и многоклеточных бентосных водорослей, как в лабораторных условиях, так и в марикультурных хозяйствах (Поликарпов и др., 2008).

В контексте вышеизложенного нами продолжены экспериментальные исследования по изучению биогенных свойств и эвтрофикационного потенциала воды из сероводородной зоны Черного моря с применением метода меченых атомов, в частности,

с использованием радиоизотопа углерода ^{14}C, а также возможностей проточной лазерной цитометрии. Это количественно и качественно увеличило экспериментальный массив данных в отношении биогенных свойств окисленной воды, взятой с разных горизонтов сероводородной зоны, и подтвердило её влияние на фотосинтез фитопланктона из поверхностного фотического слоя. В частности получено, что добавка в склянки, содержащих поверхностную воду, глубинной черноморской воды в объёме 5 % объёма склянок, при 1-суточной экспозиции в условиях близких *in situ* при $T_{воды}$ = 23 °С, привело к росту интенсивности продукционного процесса органического вещества относительно контроля на 68.7% при добавке воды с Н = 600 м, на 45.5 % – с Н = 1000 м и на 30.3 % – с Н = 2000 м.

Проводимые нами исследования весьма актуальны и находятся в канве современной парадигмы, декларирующей, что главной причиной расширения сероводородной зоны Черного моря является его эвтрофикация – повышение содержания в нём органических веществ, а т.к. основная доля их образуется в сравнительно узкой прибрежной зоне, то именно её экосистема определяюще влияет на содержание сероводорода в Черном море. Данное обстоятельство следует учитывать в природоохранных мероприятиях и экологических прогнозах.

Поповичев В.Н., Попов М.А., Стецюк А.П., Плотицына О.В., Родионова Н.Ю., Бабич И.И., Бобко Н.И., Богданова Т.А., Царина Т.В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
popovichev@ukr.net

РТУТЬ, ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ АКВАТОРИЙ БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЫ И ЗАЛИВА МЕГАЛО-ЯЛО (ЧЕРНОЕ МОРЕ) В ПЕРИОД 2012 – 2015 ГГ.

Экологическое состояние прибрежных акваторий Черного моря зависит от совокупности природных и антропогенных факторов, которые необходимо учитывать при решении задач рационального природопользования. Неконтролируемое

загрязнение из разных источников приводит к деградации прибрежных экосистем и необратимым последствиям в импактных зонах.

Особенностью Балаклавской бухты является её полузамкнутость, а извилистая конфигурация береговой черты разделяет бухту на две части – южную глубоководную, сообщающуюся с открытой частью моря, и северную мелководную, куда в основном поступают антропогенные стоки.

Целью мониторинга, проведённого в период 2012 – 2015 гг., являлось получение сезонных характеристик, количественно и качественно отражающих экологическое состояние поверхностного водного слоя на двух реперных станциях во внутренней акватории Балаклавской бухты и четырёх станциях во внешней – в смежном заливе Мегало-Ялo. Основное внимание уделялось оценкам биотических (первичная продукция (ПП), концентрация общей взвеси, доминирующие виды фитопланктона) и абиотических (температура воды, её солёность, содержание минеральных форм азота и фосфора) параметров среды рассматриваемых акваторий, а также – уровням загрязнения их ртутью, как одного из потенциально токсичных для биоты тяжёлых металлов.

Результаты исследований свидетельствуют, что в изучаемых акваториях значения концентрации (нг·л$^{-1}$) общей формы ртути варьируют от 9.9 до 124.3, растворённой – от 8.0 до 93.0 и взвешенной – от 1.9 до 31.3, и наибольшим ртутным загрязнением характеризуются летние пробы воды из кутовой части бухты. Максимальные значения ПП (мгС·м$^{-3}$·сут$^{-1}$) в основном приурочены к внутренней акватории бухты и к летне-осеннему периоду, когда температура воды и световые условия оптимальны для развития фитопланктона. В целом для внутренней и внешней акваторий бухты полученные величины ПП варьируют в пределах: 12.3 – 428.0 – летом; 10.0 – 84.7 – осенью; 3.5 – 8.3 – зимой и 3.6 – 43.9 – весной. Летние значения ПП во внутренней акватории бухты близки и зачастую превышают условный уровень эвтрофности, определённый по летним оценкам ПП для северо-западной части Черного моря и равный 100 мгС·м$^{-3}$·сут$^{-1}$ (Финенко, 2009).

Оценки концентраций (мкг·л$^{-1}$) минеральных форм азота (NO_2, NO_3, NH_4) и фосфора (PO_4) характеризуются следующими диапазонами величин (в целом по акваториям): концентрация NO_2 изменялась от 0.1 до 35.3, NO_3 – от 1.4 до 134.7, NH_4 – от 3.5 до 1913.4 и PO_4 – от 0.7 до 432.8. Из полученного материала значимо выделяются данные по максимальной концентрации этих соединений, зарегистрированных в пробах воды на станции вне

бухты, приуроченной к выпуску сточных вод городской канализации, впрочем, как и повышенные концентрации там взвешенного вещества – до 25 мг (сух)·л$^{-1}$.

Поповичев В.Н., Ерёмин О.Ю., Стецюк А.П., Плотицына О.В., Родионова Н.Ю., Царина Т.В., Бобко Н.И., Богданова Т.А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
popovichev@ukr.net

ПРОДУКЦИОННЫЕ, ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ (ПО РТУТИ) ПАРАМЕТРЫ ПРОБ МОРСКОЙ ПРИБРЕЖНОЙ ВОДЫ И СОЛЯНЫХ ОЗЁР СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КРЫМА В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА 2010 – 2014 ГГ.

Увеличение антропогенного пресса на водосборной площади Черного моря и его прибрежной зоне служит причиной эвтрофикации моря и как следствие – способствует расширению его сероводородной зоны и приводит к нарушению экологического равновесия. В этой связи, проводимые нами исследования первичной продуктивности и ртутного загрязнения, как прибрежных вод Крыма, так и некоторых его внутренних водоёмов, в частности – соляных озёр, являются важным звеном хемоэкологического мониторинга.

В Крыму насчитывается более 300 соляных озёр и лиманов, расположенных преимущественно вдоль морского побережья в низменной степной части, и которые, в зависимости от их местоположения, разделены на 7 групп: Геническая (Чонгаро-Арабатская, Присивашская), Перекопская, Тарханкутская, Евпаторийская, Херсонесская, Керченская и озёра на яйлах Главной гряды Крымских гор.

В ходе проведённого экологического мониторинга в северо-западной части Крыма за период 2010 – 2014 гг. нами получен большой массив оценок продукционных, гидролого-гидрохимических и токсикологических (по ртути) параметров, обусловленных сложным комплексом сезонных, климатических, географических, гидрологических и гидрохимических условий, создающих для биоты соляных озёр и морского прибрежья свою гидробиологическую специфику. Так, например, во время летней съёмки 2014 г.

максимальными концентрациями взвеси ($С_{взв}$, $мг_{сух}$ $л^{-1}$) характеризовались воды соляных озёр: Киятское (87.5), Кирлеутское (56.9) и Кызыл-Яр (33.3), а минимальными – прибрежные воды у Карантинной бухты Севастополя (0.6). Максимальными уровнями первичной продукции (ПП, мгС $м^{-3}$ $сут^{-1}$) характеризовались слабосолёное (S = 2.4 ‰) озеро Кызыл-Яр (741.9) и морское прибрежье у Бакальской косы (187.1), а минимальными – гиперсолёное (S = 163.0 ‰) озеро Джарылгач (4.6), воды которого имели максимальные (из данной летней съёмки) концентрации фосфатов – 80.6 мкг $л^{-1}$. При этом максимальные концентрации общей ртути имели воды солёных озёр Киятское (300.7 нг $л^{-1}$) и Джарылгач (278.4 нг $л^{-1}$), а минимальные – море у Бакальской косы (90.0 нг $л^{-1}$).

В ходе сезонных исследований указанных акваторий также получен широкий диапазон оценок биотических и абиотических параметров, отражающих функционирование водных экосистем. Например, сравнение летних (2012 г.) и зимних (2013 г.) оценок уровней ПП (мгС $м^{-3}$ $сут^{-1}$) в соляных озёрах Киятское и Кирлеутское свидетельствует об относительно низкой скорости продукционного процесса в оз. Кирлеутское в летний сезон (21.9) по сравнению с оз. Киятское (383.0), однако в зимний период в оз. Кирлеутское отмечен рост ПП в 4 раза (85.8), а в оз. Киятское – снижение в 1.6 раза (236.5), что было явно взаимообусловлено с динамикой изменения концентраций фосфатов и азотсодержащих солей. В целом же, продукционные и гидрохимические характеристики проб воды из представленных акваторий говорят об эвтрофном статусе озёр Киятское и Донузлав (*Popovichev et al., 2014*).

Vladimir Popovichev, Oleg Eremin, Natalya rodionova, Tatyana tsarina and Nikolai bobko, 2014. Primary Production and the Hydrochemical Parameters of the Salt Lakes in the North-Western Part of the Crimea (Russia) // Acta Geologica Sinica (English Edition), 88(supp. 1): 96–97.

Поповичев В.Н., Егоров В.Н., Бабич И.И., Родионова Н.Ю., Бобко Н.И., Богданова Т.А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
popovichev@ukr.net

ПЕРВИЧНО-ПРОДУКЦИОННЫЕ, АЛЬГОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИБРЕЖНОЙ МОРСКОЙ АКВАТОРИИ НА РЕПЕРНОЙ СТАНЦИИ ВБЛИЗИ КАРАНТИННОЙ БУХТЫ Г. СЕВАСТОПОЛЯ ЗА ПЕРИОД 2014 – 2015 ГГ.

Исследования биологической продуктивности морских экосистем в условиях нарастающего антропогенного пресса и эвтрофирования природных водоёмов являются актуальными в современной гидробиологии, стремящиеся к максимальному учёту факторов, влияющих на экологическое равновесие. В этом контексте на реперной станции (44° 36.944' с.ш.; 33° 30.183' в.д.), расположенной вблизи Карантинной бухты г. Севастополя, нами ведётся многолетний посезонный мониторинг экологического состояния поверхностного слоя морской прибрежной акватории посредством анализа его физических, первично-продукционных, альгологических и гидрохимических характеристик.

Уровень первичной продукции (ПП) определяли радиоуглеродным методом «в модификации склянок», в условиях близких in situ, когда «светлые» и «тёмные» склянки с внесённым ^{14}C возвращались в место отбора проб воды на 1-суточную экспозицию, за время которой значения ПП близки к «чистой». Камеральную обработку проб воды и анализ получаемых альгологических и гидрохимических результатов проводили в соответствии с современными методическими рекомендациями.

За рассматриваемый период была зафиксирована динамика изменения биотических параметров проб поверхностной воды (первичной продукции (ПП, мгС $м^{-3}$ $сут^{-1}$), концентрации общей взвеси ($С_{взв}$, мг(сух) $л^{-1}$), периода обращения массы взвеси ($Т_{обр}$, сут)) и абиотических (максимальной дневной освещённости у поверхности воды ($Е_{max}$, клк), её температуры ($Т_в$, °С) и солёности (S, ‰)). Установлено, что значения данных параметров не выходили значимо за пределы диапазонов, определённых нами в предыдущие годы, и которые изменялись в пределах: ПП – от 0.8 до 931.3 мгС $м^{-3}$ $сут^{-1}$, $С_{взв}$ – от 0.2 до 3.0 мг(сух) $л^{-1}$, $Т_{обр}$ – от 2.7 до 1666.7 сут, $Е_{max}$ – от 9.5 до 101.0 клк, $Т_в$ – от 7.0 до 26.0 °С и S – от 17.18 до 17.63 ‰. При этом значения концентраций неорганических форм азота и фосфора, отвечающих за минеральное питание фитопланктона, изменялись в диапазонах (мкг $л^{-1}$): нитриты – от 0.1 до 8.1, нитраты – от 6.6 до 287.4, аммоний – от 1.0 до 424.2 и фосфаты – от 1.1 до 105.1.

Анализ этих данных показал, что максимальные значения ПП в основном приурочены к повышенным значениям $T_в$ и E_{max}, характерных для летнего сезона года и отражающих положительную взаимосвязь физических факторов тепла и света. Напротив, значения $T_{обр}$ отрицательно коррелируют со значениями $T_в$, отражая их взаимную противофазность во временном распределении. Также наблюдаются слабые корреляции $T_в$ с концентрациями: нитратов – положительная и фосфатов – отрицательная, и отсутствие какой-либо корреляционной связи $T_в$ с концентрациями нитритов и аммония. В альгологическом аспекте во всех сезонах года в фитопланктоне преобладали диатомовые водоросли, хотя и с разным их видовым и количественным представительством.

Поромов А. А.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии", Москва, В.Красносельская, 17, Москва, Россия *aap1309@gmail.com*

QSAR МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗА РИСКА ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ

Модели Quantitative structure activity relationship (QSAR) основаны на регрессионном или факторном анализе включающем “независимую” (X) и “зависимую” (Y) переменные, при этом “независимые” переменные подразделены на категории. В моделях QSAR “независимыми” переменными являются физико-химические свойства или особенности молекулярной структуры химических веществ, “зависимой” переменной может быть биологическая (токсикологическая) активность этих веществ. Результатами QSAR моделирования является вид связи (например, уравнение регрессии) между структурными особенностями молекул и биологической активностью группы химических веществ (химический класс). Далее, полученную модель QSAR используют для предсказаний биологической активности новых химических веществ той же группы, на основе имеющихся данных о их молекулярной структуре (Nantasenamat, 2009, 2010).

Дескрипторы (независимые переменные) - информация о структуре молекулы и физико-химических свойствах и их использование в QSAR моделях описано в ряде работ (Helguera et al., 2008; Karelson et al., 1996; Katritzky and Gordeeva, 1993; Labute,

2000; Randić, 1990; Randić and Razinger, 1997; Xue and Bajorath, 2000).

Общий математический подход к определению химических категорий - использование алгоритмов и индексов сходства. Индексы сходства могут использовать двух- или трехмерную информацию, например, индекс Танимото (также известный как коэффициент Жаккара), евклидово расстояние, расстояние Хэмминга) и т.п (Saliner, 2005).

Тест-параметры (зависимые переменные) - результаты токсикологических экспериментов и данные о устойчивости веществ в окружающей среде. В качестве исходных данных будут использованы результаты, полученные сотрудниками Лаборатории эколого-токсикологических исследований ВНИРО в экспериментах с морскими организмами в соответствии с требованиями «Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения», утв. приказом Росрыболовства №695 от 04.08.2009 г.

1. Описание молекулярной структуры вещества, отнесение к определенному классу веществ.

2. Выявление дескрипторов, ими могут служить такие параметры, как строение молекулы, электронные особенности, гидрофобность, липофильность, растворимость, квантовохимические параметры, стерические эффекты и т.д.

3. Подготовка данных - нормализация, стандартизация, поиск ошибок, гармонизация с подходами принятыми OECD и USA EPA.

4. Мультивариационный анализ - Multiple Linear Regression, Self-Organizing Map, Principal Component Analysis, Partial least squares regression и т.д.

5. Статистический анализ (R, R2, Q2, MSE, RMSE)

Поэтапный процесс создания QSAR модели включает:

Одним и наиболее важным предварительным шагом в создании модели является понимание используемого массива данных, классов исследуемых веществ, физико-химических свойств, используемых в анализе. Предварительная проверка данных позволит исключить возможные ошибки, связанные как с экспериментами, так и с процессом подготовки данных. Гармонизация с подходом, принятым OECD и USA EPA позволит сравнивать и интегрировать полученные результаты с ранее разработанными QSAR моделями. Гармонизация заключается в выборе сходных дескрипторов и тест-параметров, унификация и

стандартизация условий проводимых экспериментов в соответствии с методами OECD и ISO (тест-объект, время эксперимента, температура, освещенность и т.д.).

Прищепа Р.Е.
ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
prishchepa.raisa@yandex.ru

К АНАЛИЗУ ФЕНОТИПИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА (*NEOGOBIUS FLUVIATILIS* (PALLAS, 1814)) АЗОВСКОГО МОРЯ

Бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) является одним из промысловых видов в Азовском море, состояние запасов которого мало изучено. Исходя из положения, что единицей промыслового запаса является самовоспроизводящаяся популяция, была поставлена цель: выделить локальные популяции этого вида по дифференциации фенотипических признаков – пластических и меристических.

Популяционная структура бычка-песочника исследована с помощью морфологического подхода к изучению природных популяций животных. Реализованы дискриминантный, факторный и кластерный анализы, метод главных компонент, метод многомерного шкалирования, выполненные в программном пакете Statistica 6.0.

Материал собран в семи районах Азовского моря (Таганрогский, Белосарайский, Бердянский, Обиточный, Арабатский и Казантипский заливы, Арабатская стрелка). Всего обработано 226 экземпляров рыб. Проанализировано 36 пластических и 7 меристических признаков, промеры выполнены по схеме И.Ф. Правдина (1966) с некоторыми дополнениями. Измерение проводилось с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм.

Согласно данным морфометрического анализа, наибольшей вариабельностью обладают индексы у рыб из Таганрогского залива. Наиболее изменчивыми практически для всех рыб были признаки: второе пектовентральное расстояние, ширина лба, высота анального плавника. Меристические признаки оказались менее вариабельными.

Для оценки достоверности различий морфологических признаков был использован критерий Стьюдента. Достоверные

различия доказаны для индексов практически всех пластических признаков, но наибольшие отличия во всех сравниваемых районах наблюдаются для следующих признаков: толщина хвостового стебля, заглазничное расстояние, ширина лба. Наибольшие различия в индексах исследуемых признаков наблюдаются у рыб из Белосарайского залива и Арабатской стрелки. Достоверные различия у рыб из Белосарайского залива обнаружены с рыбами из Таганрогского залива (по 22-м признакам), из Казантипского (по 26-ти), из Обиточного (по 28-ми), из Арабатской стрелки (по 20-ти). Бычки из Арабатской стрелки имеют достоверные различия с рыбами из Таганрогского залива (по 20-ти признакам), из Бердянского (по 24-м), из Казантипского (по 27-ми) и Обиточного (по 29-ти). Бычки из Бердянсокго и Белосарайского заливов, а также из Арабатского залива и Арабатской стрелки имели меньшее число различий.

Многомерный статистический анализ, выполненный с помощью кластерного анализа, осуществленного по показателям дивергенции Кульбака в разных вариантах объединения признаков показывает, что по уровню дивергенции всего комплекса изученных признаков выделяется три внутрипопуляционные группировки бычков: первая образована рыбами из Бердянского и Таганрогского заливов, вторая – из Белосарайского, Арабатского заливов и Арабатской стрелки и третья – из Казантипского и Обиточного заливов. По факторному анализу обособляются бычки из Обиточного и Казантипского заливов. Согласно анализа, проведенного методом многомерного шкалирования, обособляется группа рыб из Обиточного и Казантипского заливов. По анализу меристических признаков обособлена группа бычков из Бердянского и Таганрогского заливов.

Таким образом, бычок-песочник Азовского моря имеет сложную внутрипопуляционную структуру. Выделяются группировки из рыб Казантипского и Обиточного заливов (западная часть моря) и отдельно обособленная группа рыб из Таганрогского залива (северо-восточная часть, наиболее отдаленная от остальных и распресненная). Следует отметить, что работая с группировкой, представляющейся вполне однородной, нужно учитывать, что применение более глубоких методик, вероятно, позволит выделить отдельные подгруппы.

Проскурнин В.Ю., Терещенко Н.Н., Чужикова-Проскурнина О.Д., Гулин С.Б.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
v.proskurnin.imbr@gmail.com

ИЗОТОПЫ ПЛУТОНИЯ В ГЛУБОКОВОДНЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЧЁРНОГО МОРЯ

Акватория Чёрного моря подверглась антропогенному радиоактивному загрязнению от двух основных источников, в значительной мере разделённых во времени. Это - глобальные радиоактивные выпадения в результате испытаний ядерного оружия в открытых средах (максимум которых пришёлся на начало 1960-х гг.). А также - атмосферные выпадения после аварии на Чернобыльской АЭС в апреле-мае 1986 г. Оба упомянутых источника содержали широкий спектр продуктов распада и активации, в том числе, альфа-излучающие изотопы плутония ^{238,239,240}Pu, которые относятся к основным трансурановым радионуклидам, поступившим в окружающую среду вследствие ядерной деятельности человека. В природных водных экосистемах плутоний, не имея химических аналогов, демонстрирует высокую сорбционную способность, накапливаясь взвешенным веществом до концентраций, превышающих содержание его в воде до 10^5 раз, в результате чего эффективно выводится из водной толщи в донные отложения. При послойном анализе глубоководных донных отложений, благодаря временной локализации поступлений техногенной радиоактивности в Чёрное море, плутоний обычно демонстрирует два хорошо различимых концентрационных максимума. В то же время антропогенный плутоний всегда поступает в окружающую среду в виде смеси относительно долгоживущих изотопов. Состав смеси в значительной мере отличается по количественному соотношению радиоизотопов в различных источниках. Например, отношение активностей ^{238}Pu/^{239,240}Pu для глобальных (в северном полушарии) и чернобыльских выпадений составляет 0.036 и 0.4-0.5, соответственно. Именно благодаря этой особенности плутоний относят к числу наиболее информативных трассеров для датировки донных отложений. Это даёт уникальную возможность значительно увеличить надёжность определения природы концентрационных пиков в профилях донных отложений, в том числе и других

антропогенных изотопов, например ^{137}Cs, особенно при наличии периодов вторичного поступления радиоактивного загрязнения.

В настоящей работе представлены результаты анализа колонки глубоководных черноморских донных отложений, отобранной во время 33-го рейса НИС Maria S. Marian (Германия). Пробы были получены с использованием прецизионного оборудования (мультикорер фирмы Hydrobios), позволяющего поднять на борт судна колонки грунта с максимально сохранённой стратификацией. Высота колонки составила 10 см, и она была нарезана на слои толщиной 0.25 см до глубины 3 см и толщиной 0.5 см глубже 3 см. Во всех слоях выше 5 см были определены концентрации $^{239+240}Pu$ и ^{238}Pu и рассчитаны отношения активностей $^{238}Pu/^{239,240}Pu$. Профиль концентраций $^{239+240}Pu$ продемонстрировал два пика в слоях 2.75-3.00 см и 4.00-4.50 см, при этом величины концентрационной активности $^{239+240}Pu$ в пиках были равны 12.58±0,66 и 25.60±1.65 Бк/кг сухой массы, соответственно. Отношение активностей $^{238}Pu/^{239,240}Pu$ в слое 2.75-3.00 см составило 0.340±0.031, что позволяет однозначно охарактеризовать природу пика концентрации плутония в этом слое как чернобыльскую с вкладом плутония чернобыльского происхождения около 80%. А в пиковом слое 4.00-4.50 см отношение $^{238}Pu/^{239,240}Pu$ составило 0.035±0.005, что характерно для глобальных выпадений плутония, при этом во всех остальных слоях, кроме двух пиковых, это отношение не превысило достоверно величину 0.036. Таким образом, слой донных отложений на глубинах 4.00-4.50 см, по всей видимости, относится ко времени максимальной интенсивности глобальных выпадений в 1962-1963 гг., а слой 2.75-3.00 см ко времени наиболее интенсивных выпадений после аварии на ЧАЭС в 1986 г., что позволяет адекватно осуществить геохронологию черноморских глубоководных донных отложений.

Прыгунов Г.М., Мысливец В.И.

Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Севастополь, ул. Героев Севастополя, 7
geoeco@msusevastopol.net

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДИНАМИКОЙ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БОЛЬШОГО СЕВАСТОПОЛЯ НА УЧАСТКЕ «АЭРОПОРТ БЕЛЬБЕК - П. ОРЛОВКА»

Вопросы безопасности развития территорий и акваторий

относятся к разряду первоочередных в концепции устойчивого развития. Безопасность развития Большого Севастополя, в том числе, экологическая, тесно связана с динамикой природных и антропогенных процессов в его юго-западной части. Первые упоминания о крымских оползнях можно встретить в работах П.С. Палласа. Но, до настоящего времени эти природные процессы геолого-геоморфологической и антропогенной активности в прибрежной зоне еще недостаточно изучены. Они представляют большой научный и практический интерес для исследователей в области проблем регионального природопользования.

Исследование проводилось в течение четырех сезонов (весна-лето-осень-зима) с интервалом 2-3 недели с июля 2012 по январь 2015 года. Изменения в береговой линии фиксировались на фотографиях, описывались видимые изменения в пляжевой части берега и в пределах 10-20 метров от уреза воды. Для понимания текущих природно-антропогенных процессов изучалась специальная литература (Игнатов, 2004, Лужевский, 1977).

Особое внимание привлекли активные обвально-оползневые процессы на участке пляжа СТ «Берег», где был размещен спуск к воде в виде крепкой железной лестницы, установленной в 2001 году и смещенной активным размыванием берега серией осенних штормов 23-30 сентября 2014 года, оживлением обвально-оползневых процессов на приморском участке «аэропорт Бельбек – п. Орловка» и в конечном итоге, хорошо наблюдаемом изменении всего участка прибрежной зоны..В ходе анализа литературных источников было выявлено, что глины таврской свиты (становящиеся пластичными, мыльными при размывании) из которых в большей части сложен юго-западный берег в основном уничтожены абразией и динамикой берегов, тесно связанной с неотектоникой. В настоящее время береговой уступ продолжает отступать со скоростью в 1м в год, а на отдельных участках – до 3-5 м [1,2, 3].

Проведенные наблюдения подтвердили описанную ранее активность, показали, что сезонные шторма в осенне-зимний и весенний период по нескольку раз изменяют визуальный и качественный состав пляжа, то обнажая глинистую основу берегов до основания (зима, декабрь-январь), то намывая галечно-песчаные пляжи до 15-20 метров шириной (к лету, май-июнь). Скорость абразионных процессов и обвалы целых кусков глинистого берега с включением песчано-галечных жестко сцементированных конгломератов изменяют облик как надводной, так и подводной части пляжей к лету. Можно еще отметить усиление процессов

абразии 2012-15 гг. в районе аэропорта Бельбек. А интенсивное использование прибрежных обвально-оползневых комплексов полевыми туристскими лагерями, в сочетании с недостаточной уборкой и плохим вывозом мусора (используется закапывание мусора в ямы в прибрежной зоне), приводит к тому, что в осенне-зимний период со штормами размывается не только берег, но и эти захоронения мусора, уродуя пластиково-мусорным ковром прибрежную зону. Строительство домов, заборов и подсобных помещений в расположенных в этом районе садовых товариществах, без достаточного учета безопасности, усиливает обвально-оползневые процессы. В целом, описываемый участок представляет большой научный интерес для исследователей разных областей науки как оставшийся участок «дикого берега» Крыма.

Прыгунова И.Л., Игнатов Е.И., Каширина Е.С., Малышев Т.Р.

Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Севастополь, ул. Героев Севастополя, 7
geoeco@msusevastopol.net

ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ПРИМОРСКИХ ГОРОДОВ И РАЙОНОВ

Современный этап развития природопользования в прибрежной зоне России отличается повышенной конкурентной борьбой между разными типами природопользования. Выход из сложившейся ситуации – в разработке особых видов планирования и проектирования с целью сохранения экологического баланса и социально-экономического развития приморских регионов. В отечественной системе географических наук, связанных с вопросами регионального развития, сложилось несколько подходов. Эти подходы основаны на системном анализе крупных территорий, общественно-географических систем, в том числе, в прибрежной зоне морей и океанов и, довольно широко используются при разработке комплексных территориальных планов и целевых программ развития, связанных с оптимизацией природопользования. Переход России и стран СНГ на рыночные отношения актуализировал разработку целой серии целевых программ развития в регионах, в которых активно используются географические подходы и методы исследования. К ним относятся: вопросы теории и практики, связанные с ландшафтным

планированием, культурным ландшафтоведением, наследиеведением; разработка территориальных комплексных схем охраны природы (ТерКСОПов) и последующие за ними, - разработка экологических сетей (систем, каркасов) и других сетевых структур; бассейновые подходы к проектированию региональных схем управления природопользованием; морфоструктурный анализ развития прибрежной зоны; планирование развития территориальных производственных комплексов (ТПК) и последующих за ними кластерных структур; районная планировка, геоинформационный анализ и прогноз развития территории (акватории), и, наконец, характерный для социально-экономической географии и региональных экономики и управления – программно-целевой метод долгосрочного планирования.

Все эти подходы и методы основаны, в основном, на системном и проблемном подходах, характерных для отечественного аналога теории устойчивого развития, - теории рационального природопользования и включают, – цели и стратегии регионального развития; анализ ресурсов (природных, социальных, экономических, территориального управления) и сложившихся социально-экономических структур (землепользования, водопользования, лесопользования, природоохранного, коммуникационного, промышленного, селитебного, морского и рекреационного природопользования и других), перспективы и проблемы, прогноз вариантов ресурсопользования в регионе, определяют крупные стратегические направления и время их реализации, предлагаются разработки более узких стратегических направлений в регионе (например, развитие транспорта, сельского хозяйства, социальной инфраструктуры, базовых отраслей хозяйства, туризма и спорта, развития системы охраняемых территорий и других). Но основным определяющим трендом, особенностью этих целевых программ регионального развития, с точки зрения эколого-географического понимания и теорий устойчивого развития/ рационального природопользования, остается проблема и поиск компромисса, - оптимального соотношения между экологическими возможностями геосистем в прибрежной зоне и необходимостью социально-экономического развития, сбалансированная организация и управление энергетическими, вещественными и информационными потоками между природной, социальной и экономической подсистемами, развивающимися и взаимодействующими на территории/акватории.

Прыгунова И.Л., Калиниченко А.В., Шабалина Н.В., Тюфанов С.

Крымское отделение Российской экологической Академии (РЭА),
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе

ПРИМОРСКИЕ РЕКРЕАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ НА ПРИМЕРЕ КРЫМА

Под приморскими РРС понимаются, - развивающиеся в прибрежной зоне территориальные рекреационные системы с характерным набором рекреационных занятий (пляжный отдых, ландшафтотерапия, климатотерапия, морские экскурсии, прибрежно-морской туризм и т.п.), специфической приморской инфраструктурой, хозяйством, транспортом, структурой услуг, управления, и т.п., - основанные на богатстве и уникальности приморских природных комплексов и других возможностей, которые дает непосредственная близость к морю или океану. Развивая представление о базовой модели РРС и, выделяя частную, приморскую модель РРС, можно выделить следующие ресурсные потенциалы:

- природный рекреационный потенциал - природное наследие территории (уникальные природные и природно-антропогенные комплексы; система ООПТ; природные условия и ресурсы региона (геолого-геоморфологические, климатические, гидрологические, почвенные, биологические);
- социальный рекреационный потенциал (отдыхающие, туристы – местные, приезжие; обслуживающий персонал, трудовые ресурсы - включая его подготовку, их инновационный потенциал, образ жизни, качество жизни, культуру, традиции, представление об отдыхе, институциональный потенциал и т. п);
- экономический рекреационный потенциал (материальные ресурсы и ценности, включая культурное наследие; рекреационную инфраструктуру; финансовые потоки, и др., потенциалы, задействованные в туристско-рекреационном комплексе).

В зависимости от рекреационных потенциалов, в прибрежной зоне (согласно современной научной трактовке, имеющей довольно четкие природные параметры и достаточно обширные социально-экономические параметры) могут формироваться: РРС с элементами приморской специализации, собственно приморские – ПТРС и морские РРС.

В переходный период социально-экономического развития можно наблюдать изменение системной базовой модели ТРС в сторону ее усложнения и одновременный процесс становления кластерных систем в рекреационном природопользовании. Примером могут выступать туристические кластеры делового и сельского, экологического и другие, активно развивающиеся на приморских и внутренних территориях Крыма.

Таким образом, в текущий период можно выделить несколько тенденций в развитии приморских рекреационных систем в Крыму. Пространственное развитие сетевых структур в общей и национальных структурах мирового хозяйства, повышение роли информационных и инновационных ресурсов (Мироненко, 2013), расширяет системные возможности, в частности, приморских ТРС. Наблюдаемое повышение роли подсистемы управления в конце прошлого и первом десятилетии нового века в становлении ТРС в целом, позволяет выделить новые важные потенциалы и ресурсы – информационные и инновационные. Именно эти ресурсы, наряду с умением управлять финансовыми потоками, поступающими в систему и курсирующими в ней между подсистемами ТРС, в настоящее время, выходят на первый план. Кроме того, от этого зависит также жизнеспособность рекреационной системы.

Вторая, не менее важная тенденция, которая связана с международным опытом развития мирового хозяйства и с развитием категории «наследие». Ресурсы (природные, социальные, экономические), в том числе и ресурсы приморских ТРС находятся в тесной взаимосвязи и взаимозависимости и являются наследием приморской территории, их нужно не только использовать, но и сохранять для последующих поколений. Основой для развития приморских ТРС Крыма традиционно выступают его природные условия и ресурсы, именно их качественное состояние, наряду с культурно-историческими, определяет основную специализацию уже сложившихся местных рекреационных систем.

Третья тенденция в развитии ТРС напрямую связана со второй, - анализ развития крымских ТРС за последние десятилетия показал что развитие «старых» рекреационных территорий/систем и новых рекреационных территорий/систем тесно коррелирует с формированием природоохранной системы Крыма, обеспечивающей экологический баланс в регионе. С начала века в Украине и Крыму территориальная природоохранная система выступает под названием «Национальная экологическая сеть», в России - «Экологический каркас», в Европе - «Панъевропейская экологическая сеть». Формирование и развитие экологической

сети/каркаса стимулирует развитие рекреационных территорий, в том числе и в прибрежной зоне. Являясь ландшафтным экотоном, - переходной зоной между сушей и морем, обладающим биологическим и ландшафтным разнообразием, прибрежная зона в экологических природоохранных структурах может выступать как экологическое ядро или экологический коридор (Чижова, 2014), отвечающий за энерго-массо-информационный обмен между внутренними районами и аквальными комплексами, именно поэтому - планирование и проектирование геотехнических систем (портов, набережных, транспортных узлов, крупных рекреационных и других хозяйственных объектов) в прибрежной зоне морей и океанов должно быть тщательно вписано в возможности местных геосистем и учитывать их емкость.

Таким образом, стимулируя развитие природоохранных территорий и акваторий в прибрежной зоне морей, стимулируется и развитие приморских ТРС. А наличие охраняемых участков с высоким биологическим и ландшафтным разнообразием делают привлекательным как традиционный отдых в Крыму, так и развитие его экотуристических направлений. Все типы рекреационных потенциалов приморских ТРС являются наследием приморских территорий, требуют тщательного научного анализа с позиций рационального природопользования/устойчивого развития, уровня как экологической, рекреационной, так и общечеловеческой культуры, - культуры рационального природопользования.

Рауэн Т. В., Муханов В.С., Ханайченко А.Н.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
taschi@mail.ru

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ В КУЛЬТУРАХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *ISOCHRYSIS GALBANA* И *PROROCENTRUM CORDATUM* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ ИХ РОСТА

Микроводоросли – базовое звено пищевой цепи в аквакультурных производствах. Ими насыщают кормовые зоопланктонные организмы личинок – коловраток и копепод. При этом необходимо учитывать ряд факторов: 1) фазу роста культуры микроводорослей, определяющую их биохимический состав; 2) динамику численности бактерий в их среде, которые в дальнейшем

могут быть причиной гибели личинок. Анализ этих факторов, позволяет определить время снятия «урожая» клеток микроводорослей в момент, когда они оптимально соответствуют биохимическим потребностям личинок, и содержат минимальное число бактерий.

В данной работе с помощью проточной цитометрии определяли динамики численности клеток накопительных культур микроводорослей *Isochrysis galbana* (Prymnesiophyceae) и *Prorocentrum cordatum* (Dinophyceae) и бактерий в их среде в процессе развития при заданных условиях культивирования (среда Уолна, t – 25 ºС, освещение 5 тыс. люкс). Начальная концентрация клеток в сосудах составила *I. galbana* – $0.4 \cdot 10^6$, *P. cordatum* - $0.05 \cdot 10^6$ кл. мл$^{-1}$. Отборы проб производились каждые 24 час. Для подсчёта бактерий, пробы предварительно окрашивали флуоресцентным маркером SYBR Green I. Фазы роста микроводорослей определяли, анализируя динамику их удельной скорости роста.

В культуре *I. galbana* лаг-фазы не наблюдали. Экспоненциальная фаза продолжалась с 1х по 7е сутки при удельной скорости роста численности клеток (μ) 0,32 сут$^{-1}$. На 7е сутки, культура перешла в стационарную фазу, концентрация клеток практически не изменялась и (μ) составляла 0,003 сут$^{-1}$. Максимальная концентрация клеток $4 \cdot 10^6$ кл. мл$^{-1}$, отмечена на 9 сутки. Затем она немного снизилась ($3.5 \cdot 10^6$ кл. мл$^{-1}$) -11е сутки, и в дальнейшем значительно не изменялась. Снижение численности клеток свидетельствующее о гибели культуры началось с 21х суток - (μ) -0,12 сут$^{-1}$. Численность бактерий в культуре *I. galbana* в течение 1- 5 суток колебалась от 1 - $7 \cdot 10^6$ кл. мл$^{-1}$. При достижении микроводорослей концентрации 2.5 - $3.5 \cdot 10^6$ кл. мл$^{-1}$ (при μ=0,32) на 5-7е сутки (экспоненциальная фаза), численность бактерий снизилась, и достигла минимума– $1.5 \cdot 10^6$ кл. мл$^{-1}$. Значительный рост численности бактерий начался с 10х суток на фоне перехода микроводорослей в стационарную фазу роста, и на 15е сутки был отмечен максимум - $15 \cdot 10^6$ кл. мл$^{-1}$.

В процессе роста культуры *P. cordatum* четкого разделения на фазы роста не наблюдали. Экспоненциальная фаза в отличие от *I. galbana* продолжалась в течение 29 суток, со значительно более низким показателем (μ) (0,044 сут$^{-1}$). Лаг-фаза и стационарная фаза отсутствовали. После достижения максимальной концентрации клеток на 29 сутки ($0,22 \cdot 10^6$ кл. мл$^{-1}$), наступала фаза гибели культуры - (μ) -0,06 сут$^{-1}$. Численность бактерий в среде *P. cordatum*

росла с начала эксперимента, на 13е сутки достигла максимума ($17 \cdot 10^6$ кл. $мл^{-1}$), и в дальнейшем оставалась на данном уровне.

Таким образом, при заданных условиях культивирования - оптимальное время использования клеток *I. galbana* (съема продукции) – 7е сутки развития культуры, когда водоросли находятся в середине экспоненциальной фазы роста, а численность бактерий минимальна. Медленное развитие культуры *P. cordatum,* определяет необходимость оптимизации условий её культивирования, а высокая численность бактерий в среде *P. cordatum* - поиск методов снижения их численности (озонирование, антибиотики, фильтраты микроводорослей с антибактериальным эффектом).

Ревкова Т.Н.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
alinka8314@gmail.com

СТРУКТУРА ТАКСОЦЕНА СВОБОДНОЖИВУЩИХ НЕМАТОД В БУХТЕ КРУГЛАЯ (ОМЕГА) (ЧЁРНОЕ МОРЕ).

Бухта Круглая (Омега) одна из небольших мелководных полузамкнутых бухт, которая непосредственно соприкасается с городскими массивами г. Севастополя и является наиболее эксплуатируемой рекреационной зоной.

Донные осадки бухты представлены в основном песками, за исключением вершины бухты, где к пескам примешиваются тонко зернистые темные илы с запахом сероводорода с большим количеством остатков перегнивших водорослей.

Материалом для данного сообщения послужили сборы донных осадков, выполненные с помощью дночерпателем Петерсена в диапазоне глубин 2-16 м в мае 2013 года. С поверхности монолитов грунта, поднятых дночерпателями, на каждой из станций, в двух повторностоях вырезали колонку трубчатым пробоотборником, площадью 18 $см^2$ и фиксировали 75% раствором спирта. Для изучения мейобентоса пробы грунта промывали через серию сит, нижнее из которых имело диаметр ячеи 64 мкм, и полученный осадок окрашивали красителем Бенгальская Роза. Таксономическая классификация и определение нематод выполнены в соответствии с WoRMS. При идентификации нематод использован световой микроскоп Nikon eclipse e200 (100 х увеличение).

Численность свободноживущих нематод в бухте колебалась от 57×10^3 экз.·м^2 до 1084×10^3 экз.·м^2. Доля нематод в общей численности мейобентоса по станциям варьировала от 13,4-78,2%. Всего обнаружено 97 видов нематод, принадлежащих к 63 родам, 28 семействам и 7 отрядам. Доминирующим видом в бухте отмечен *Metoncholaimus demani* (Zur Strassen, 1894) со средней численностью 112×10^3 экз.·м^2, роль субдоминанта приходилась на *Spirinia parasatifera* (Bastian, 1865) Gerlach, 1963 – 52×10^3 экз.·м^2. Наиболее богатые видами отмечены семейства Chromadoridae - 13 видов и Xyalidae – 12.

По результатам кластерного анализа выделено 2 комплекса (I и II) и одна маргинальная станция (ст.5). В комплекс I вошли 3 станции (глубины 2-5м), расположены в центральной части бухты. Здесь отмечено 52 вида с доминированием *S. parasatifera* (средняя численность – 143×10^3 экз.·м^2.) В комплекс II вошли 5 станций (8-16м), расположенные мористее на выходе из бухты. В данном комплексе отмечены 68 видов с двумя доминирующими видами, *M. demani (*средняя численность 12×10^3 экз.·м^2) и *Neochromadora poecilosomoides* Filipjev, 1918 (средняя численность 10×10^3 экз.·м^2). На маргинальной станции (ст.5) отмечено 15 видов с доминированием *M. demani* (886×10^3 экз.·м^2).

Трофическая структура таксоцена нематод в исследованной акватории представлена всеми пищевыми группировками, выделяемые в соответствии с классификацией Wieser, 1953. Доля соскабливателей (т.е. нематоды, питающиеся диатомовыми и другими микроводорослями) самая высокая (25-55%), на хищников и неизбирающих детритофагов приходилось 10,7-53,3% и 13,3-45% сообщества соответственно. Доля избирающих детритофагов невелика (0-20,8%).

Возрастная и половая структура представлена самцами, самками и неполовозрелыми особями. Доля самок в бухте высокая 49,3-76% (самки с яйцами 21,9-75,9%), в то время как самцов всего 20,4-37,9%. На молодые особи приходилось не более 1,2-12,8%.

В б. Круглая зарегистрированы представители новых родов для Чёрного моря: *Amphimonhystera*, *Paramicrolaimus* с видом *Paramicrolaimus spirulifer* Wieser, 1959, *Perepsilonema* и *Leptonemella*.

Работа выполнена при частичной поддержке PERSEUS EC project #287600. Автор признателен гл.н.с. Н.Г. Сергеевой за организацию исследований и предоставление материалов для изучения, вед. инж. Л.Ф. Лукьяновой за помощь в камеральной обработке проб мейобентоса.

Родина Е. А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
rodina.e@mail.ru

РАСЧЁТ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК РАДИОНУКЛИДА ^{40}К В ФИЛЛОФОРЕ МАЛОГО И БОЛЬШОГО ПОЛЕЙ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

В настоящее время особый интерес исследователей вызывает известная особенность водорослей аккумулировать редкие и рассеянные элементы, в том числе радиоактивные. Также известно, что природный долгоживущий изотоп ^{40}К, является одним из основных компонентов естественного радиоактивного фона и одним из главных дозообразующих факторов в морской среде.

Для исследуемого региона также является актуальным исследование именно красных водорослей (в частности, вид филлофора (*Phyllophora crispa*)), так как, во-первых, она образует достаточно обширные биоценозы-колонии и сосредоточена в локальных ареалах большого и малого филлофорных полей, расположенных в северо-западной части Чёрного моря, а, во-вторых, данные биоценозы в разной степени подвержены антропогенному воздействию. Кроме того, до настоящего времени роль ^{40}К в качестве дозообразующего фактора для экосистемы Чёрного моря не была в достаточной мере определена.

Целью работы стала оценка дозовых нагрузок ^{40}К в черноморской филлофоре (*Phyllophora crispa*) ФПЗ (филлофорного поля Зернова) и МФП (малого филлофорного поля).

Пробы красных водорослей вида филлофора (*Phyllophora crispa*) для определения концентраций ^{40}К отбирались в 70-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий»в августе 2011 года в районах расположения ФПЗ (станция № 21, северо-западный шельф Черного моря, 45^{o}37.2’ с.ш. – 30^{o}50,0’ в.д., глубина 35 м) и МФП (станция № 34, Каркинитский залив, 45^{o}55.4’ с.ш. – 33^{o}16.2’ в.д., глубина 11 м). Для отбора филлофоры на ФПЗ использовали трал Сигсби, на МФП пробы отбирались водолазом.

Активность ^{40}К в озоленных пробах определялась в радиоаналитической лаборатории отдела радиационной и химической безопасности ИМБИ по его гамма-излучению с энергией 63 и 93 кэВ при помощи полупроводникового г-детектора ORTECGMX-10 (США), выполненного на основе кристалла сверхчистого германия.

Расчет радиационных доз для филлофоры, обитающей в исследуемых ФПЗ и МФП, основан на использовании коэффициента DCF (дозовый конверсионный фактор) для ^{40}K и на определении суммарной дозы, получаемой филлофорой от внешнего (донные отложения и вода) и внутреннего облучения этим радионуклидом (*International Basic Safety Standards, 1996; Amiro, 1997; USDOE Standard, 2001*). Предельная доза, которая не вызывает регистрируемых изменений в природных популяциях гидробионтов, равна 10 мГр в день (*International Basic Safety Standards, 1996; USDOE Standard, 2001; Jonesetal., 2003*). Использование DCF для расчета доз в гидробионте предполагает определение только поглощенных доз (US DOE Standard, 2001; Jonesetal., 2003). Следует отметить, что поглощенная и эквивалентная дозы, формируемые в биоте от воздействия бета– и гамма–излучателей численно равны, так как коэффициент качества для них равен единице (Бударков и др., 2000; Гродзінскій, 2000; НРБУ/ОСПУ, 2002). В нашей же работе рассчитывались и анализировались только поглощенные дозы в гидробионтах.

Рассчитанные нами дозы внутреннего и внешнего облучения филлофоры (*Phyllophora crispa*) из ФПЗ и МФП составили на ст. 21 - $4{,}6 \cdot 10^{-4}$ и $1{,}835 \cdot 10^{-1}$ Гр/ год, на ст. 34 - $4{,}59 \cdot 10^{-4}$ и $1{,}830 \cdot 10^{-1}$ Гр/ год соответственно. Полученные результаты на исследованных станциях, как на северо-западном шельфе моря, так и в Каркинитском заливе имели одинаковые значения, несмотря на различную глубину отбора проб филлофоры (ст. 21 более глубоководная, её глубина отличается в 3 раза по сравнению со ст. 34). Таким образом, можно говорить об эдентичных условиях формирования естественного радиационного фона для филлофоры в исследуемой акватории Чёрного моря.

Кроме того, в дальнейшем полученные результаты дают возможность оценить поглощенные эквивалентные дозы и сопоставить их с уже имеющимися данными в отделе радиационной и химической биологии по этим дозовым характеристикам в отношении других природных радионуклидов (полоний-210) и техногенных (цезий-137, стронций-90, трансурановых элементов).

Рубакина В.А., Евстигнеев М.П.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», РФ, 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, *valenru93@mail.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ДЕЙСТВИЯ ДНК-СВЯЗЫВАЮЩИХСЯ ПРЕПАРАТОВ НА ПРОНИЦАЕМОСТЬ МЕМБРАН И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЯДЕР КЛЕТОК БУККАЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ ЧЕЛОВЕКА

Борьба с онкологическими заболеваниями – одна из главных проблем современной медицины. Особое место в этой борьбе занимает химиотерапия. Однако помимо лечебного эффекта она вызывает ряда побочных эффектов. Но токсичность используемых препаратов можно уменьшить, используя их в сочетании с другими веществами (Chu et al, 2003). В данной работе исследовалось действие ДНК-связывающегося антибиотика доксорубицина (DOX) на клетки буккального эпителия человека, а также его совместное действие с кофеином (CAF) и фуллереном C_{60}.

В качестве экспериментального материала были выбраны клетки буккального эпителия человека. Объектом исследования выступали их интерфазные ядра и мембраны. В эксперименте использовались клетки трех доноров (некурящие, женского пола 21 года). Для оценки функционального состояния ядер использовалась методика оценки количества гранул гетерохроматина в ядрах – КГГ (Shckorbatov et al, 1999). Также был использован метод определения проницаемости клеточных мембран посредством окрашивания клеток с помощью раствора индигокармина (показатель ОКИ) (Shckorbatov et al, 1995).

Из полученных результатов можно заключить, что DOX оказал существенное влияние на функциональное состояние ядер клеток при всех рассмотренных концентрациях и временах экспозиции, однако такое влияние на проницаемость мембран не обнаружено. Было выявлено также, что с увеличением концентрации CAF и C_{60} в образцах с одинаковой концентрацией DOX происходило снижение показателя КГГ относительно позитивного контроля. Наблюдалась обратная зависимость между значением показателем КГГ и концентрациями CAF и фуллерена C_{60}. Можно предположить, что существует непосредственное взаимодействие молекул DOX с молекулами CAF и фуллерена C_{60}, которое снижает эффект, производимый антибиотиком на ядра клеток.

Рудакова Н.А.[1], Сирота Ю.В.[2]

[1,2] Краснодарский филиал ФГБНУ ВСЕРОСИЙСКИЙ НИИ рыбного хозяйства и океанографии, г. Краснодар, Россия. Гоголя 46, *kfvniro@mail.ru*
[2] Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ КАРАСУНСКИХ ОЗЕР Г. КРАСНОДАР

На территории г. Краснодара располагается сеть Карасунских озер, ранее р. Карасун, правобережный приток р. Кубань. Это два Покровских озера, три озера Калининской балки и десять Пашковских озер. Длина озер от 150 до 800 м, максимальная глубина 3,5 м [Печерина, 2013].

Цель исследования: выяснить гидробиологическое состояние озер в настоящий момент, определить степень загрязнения водоема по представителям фитопланктона. Исследования фитопланктона некоторых Карасунских озер (Покровские озера, Пашковские озера и Калининское озеро) проводили в течение 2014–2015 г.

Видовой состав фитопланктона Карасунских озер был представлен 159 видами водорослей, относящихся к 9 основным группам. Наиболее разнообразно были представлены зеленые – 71, диатомовые – 30, синезеленые – 26, эвгленовые – 8, пирофитовые – 5, желтозеленые – 2, золотистые – 1. Среднесезонная численность в осенний период 2014 – 2928 млн,кл/м^3; зимой 2014 – 1185 млн,кл/м^3, весной 2015 – 3742 млн,кл/м^3, летом 2015 – 8908 млн,кл/м^3.

Осенью 2014 г. численность водорослей в Покровских озерах колебалась от 967 до 5461 млн.кл/м^3, в Пашковских озерах численность составила 4074 млн.кл/м^3, в Калининском озере не превышала 841 млн,кл/м^3. Зимой 2014 г. численность микроводорослей была выше в Пашковских озерах – 2053 млн,кл/м^3, а наименьшей в Калининском озере – 41 млн,кл/м^3. В весенний период 2015 г. численность фитопланктона в нижнем Покровском озере достигала – 10385 млн.кл/м^3, в Пашковском озере не превышала 1248,33 млн,кл/м^3. В летний период 2015 г. наибольшего развития получил фитопланктон в Покровском озере и составил – 22426 млн,кл/м^3, в Калининском озере численность микроводорослей была минимальной – 403 млн,кл/м^3.

Показатель доминирования [Симпсон, 1949] в осенний период максимум в Калининском озере – 0,45, а минимум в нижнем

Покровском – 0,13. В зимний период максимум в Пашковском озере – 0,25, а минимум в Покровском – 0,12. В весенний период максимум в верхнем Покровском озере – 0,46, а минимум в нижнем Покровском озере – 0,14; В летний период максимум в верхнем Покровском озере – 0,74, а минимум в Пашковских озерах и Калининском озере – 0,19.

Шенноновский показатель общего разнообразия [Маргалейф, 1968] в осенний период максимум в верхнем Покровском озере – 3,67, а минимум в Калининском озере – 2,25. В зимний период максимум в Покровских озерах – 3,49, а минимум в Пашковских озерах – 2,49. В весенний период максимум в Пашковских озерах – 3,61, а минимум в верхнем Покровском озере – 2,22; в летний период максимум в Калининском озере – 3,11, а минимум в верхнем Покровском озере – 1,07.

Индекс видового богатства Маргалефа наибольший в весенний период в Пашковском озере – 5,89, а минимален в зимний период в Калининском озере – 2,15. В осенний период максимальный индекс определен в нижнем Покровском озере – 4,53, а минимум в Калининском озере – 2,97. В зимний период индекс видового богатства в Пашковском озере максимален – 4,83, а минимум в Калининском озере– 2,15. В летний период максимальный индекс видового богатства определен в Пашковском озере – 4,58, а минимум в нижнем Покровском озере – 2,70.

Самотой Ю.В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
yunovosyolova@yandex.ru

ВНУТРИВИДОВАЯ ДИНАМИКА ПОЛОВОЙ СТРУКТУРЫ *ATHERINA HEPSETUS* L. (ATHERINIDAE) У ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

Atherina hepsetus L. (снеток, средиземноморская атерина) - порционно нерестящийся вид, населяет отрытые, удаленные от побережья участки Черного моря, нерестится в прибрежной зоне на глубинах до двадцати метров, откладывая икру на подводную растительность. В некоторых районах Черного моря *A. hepsetus* является объектом промысла. Вместе с тем, об особенностях нереста, в частности, об изменениях распределения полов в

популяции данного вида, до настоящего времени, мало что известно.

Целью настоящей работы является изучение динамики половой и размерной структуры представителей родительского стада *A. hepsetus* у юго-западного побережья Крыма.

Биоматериал отбирали из промысловых ставных неводов Севастопольского региона на протяжении 2013-2014 гг., биоанализ осуществляли общепринятыми ихтиологическими методами.

Согласно результатам изучения численного соотношения взрослых самцов и самок (третичного соотношения полов) *A. hepsetus*, в нерестовые сезоны (март-июнь) 2013 и 2014 гг. его величина сохранялась равновесной (1,00:1 и и 1,02:1, соответственно). Вместе с тем, на протяжении репродуктивного периода это соотношение не остается постоянным, а подвержено заметным изменениям, которые выражаются в последовательном увеличении в составе нерестовой популяции доли самцов. Так, в 2013 г. доля самцов с марта-апреля по июнь увеличилась с 0,9:1 до 2,0:1, то есть возросла в 2,2 раза; в 2014 г. доля самцов увеличилась за это же время в 1,4 раза (с 0,89:1 до 1,25:1). По окончании нерестового периода доля самцов уменьшается.

Перераспределение третичного соотношения полов в течение нерестового периода в сторону увеличения доли самцов является, по нашему мнению, следствием разной продолжительности индивидуального периода размножения (ИПР) самок и самцов. Продолжительность ИПР самок короче, вследствие чего отнерестившиеся самки покидают прибрежную зону раньше самцов.

Санникова Н.К.В.

ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН, ул. Капитанская, 2, г. Севастополь, 299011, Россия *natalyabella@mail.ru*

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН ЦУНАМИ В ЗАЛИВАХ РАЗЛИЧНОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Значительное усиление волн цунами у берега отмечено в бухтах, заливах и устьях рек, в районах островов, проливов и других нерегулярностей рельефа дна и границ бассейна [1]. Анализ особенностей распространения, усиления и ослабления волн, вызванных указанными выше факторами, представляется важным не только для изучения общих физических закономерностей

эволюции волн цунами, но и для совершенствования методов цунамирайонирования морского побережья.

Заливы представляют собой часть океана, моря, озера или другого водоёма, глубоко вдающуюся в сушу, но имеющую свободный водообмен с основной частью водоёма. При вхождении волны в залив осуществляется передача волновых возмущений из бассейна где произошло землетрясение непосредственно в залив. При прохождении волны цунами залива может происходить ее значительное усиление. К сожалению, закономерности распространения волн цунами в заливах изучены недостаточно полно.

В рамках нелинейной теории длинных поверхностных волн выполнен численный анализ распространения пространственной волны цунами из бассейна переменной глубины в прямолинейные заливы различной глубины и поперечного сечения. Рассматривались заливы: прямоугольного поперечного сечения линейно убывающей глубины, параболического прямоугольного сечения линейно убывающей глубины и прямоугольного поперечного сечения постоянной глубины. Основное внимание уделено изучению влияния геометрических параметров сечения залива на характер распространения, высоты волн цунами в зоне залива и величины заплеска волн на боковую границу залива. Генератор волн – однонаправленные смещения в течение конечного времени ограниченного участка дна бассейна.

Показано, что особенности распространения волн цунами в заливе зависят от его геометрических параметров. Установлено, что наибольший заплеск на береговую границу наблюдается для заливов прямоугольного поперечного сечения постоянной и линейно убывающей глубины и составляет 1,2 м (при начальном смещении поверхности в области генерации цунами 1 м). В случае залива параболического сечения линейно убывающей глубины заплеск составляет 0,7 м.

Сахарова Е. Г., Корнева Л. Г.

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, 152742 Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок
katya.sah@mail.ru; korneva@ibiw.yaroslavl.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ЭКОТОННЫХ ЗОН РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ГОДЫ С РАЗНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ И УРОВЕННЫМ РЕЖИМОМ

Фитопланктон волжских водохранилищ характеризуется значительной пространственной неоднородностью. Значительный вклад в разнообразие пространственной структуры альгоценозов вносят экотонные зоны: районы слияния рек, мелководья, заливы и устья рек – высокопродуктивные участки, обладающие определенной спецификой состава и динамики фитопланктона. Поэтому изучение особенностей структуры и функционирования планктонных альгоценозов этих зон очень важно для понимания и прогнозирования закономерностей развития биологических сообществ внутриконтинентальных водоемов

Особенности планктонного сообщества водорослей экотонов изучали в устьевой зоне малого притока (р. Ильдь) и на мелководье Волжского плеса Рыбинского водохранилища (Верхняя Волга). Наблюдения проводили в 2009–2011 гг., отличающиеся по температурному и уровенному режиму. Средние значения уровня воды в 2009 г. составили 101.06 ± 0.14 м, в 2010 г. – 100.70 ± 0.20 м, а в 2011 г. – 100.29 ± 0.26 м. Температура воды достигала своего максимума в летний период 2010 г. (28 ^{0}C) При этом 2010 и 2011 гг. характеризовались продолжительным периодом температур> 20^{o}C (июнь – август), в то время как в 2009 г. она удерживалась лишь с конца июля до начала августа.

Основу биомассы фитопланктона в устьевой области р. Ильдь составляли главным образом диатомовые и криптофитовые водоросли с высоким вкладом синезеленых. В пелагиали водохранилища и в зоне свободного течения реки биомасса фитопланктона формировалась в основном диатомовыми (за исключением осени, когда в реке отмечался максимум развития золотистых водорослей, а биомасса открытого участка водохранилища была составлена синезелеными водорослями – *Aphanizomenon flos-aquae*). В 2010–2011 гг. отмечалось увеличение флористического богатства отделов синезеленых, диатомовых,

зеленых и эвгленовых водорослей, повышение численности и биомассы фитопланктона во всех исследованных зонах.

Фитопланктон литорали водохранилища и глубоководной зоны по-разному отреагировал на изменение уровня и температуры воды. В пелагиали в 2010 – 2011 гг. средневегетационная биомасса водорослей была в 3–4 раза выше, чем таковая в 2009 г.. Значительную часть биомассы фитопланктона составляли синезеленые водоросли, а также летние формы диатомей: *Aulacoseira ambigua* (Grun.) Sim. и *A. granulata* (Ehr.) Sim. характерных для эвтрофных водоемов. На мелководье, наоборот, при пониженных величинах уровня воды и под действием продолжительного периода высоких температур наблюдалось уменьшение средневегетационной биомассы фитопланктона более чем в 1.5 раза. В 2011 г. в общей биомассе фитопланктона защищенного мелководья существенно возросла роль стрептофитовых водорослей, адаптированных к высокоцветным, подкисленным водам: *Desmidium swartzii* Ag., *Mougeotia* sp., *Spirogyra* sp., *Zygnema* sp., так как при падении уровня воды возросла роль стока вод из заболоченных участков водохранилища.

В целом повышенные значения численности и биомассы фитопланктона, его таксономического богатства в изученных зонах по сравнению с таковыми на граничащих участках глубоководной части водоема демонстрировали проявление классического «краевого эффекта». Однако продолжительно высокие температуры в 2010 – 2011 гг. и пониженные значения уровня в этот период способствовали формированию альгоценозов, отличных от таковых в 2009 г.

Сахонь[1] Е.Г., Белых[2] О., Бутина[2] Т., Рылькова[1] О.А., Муханов[1] В.С.

[1] ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
[2]Лимнологический институт СО РАН

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПИКОЦИАНОБАКТЕРИЙ *SYNECHOCOCCUS* В ПРИБРЕЖНЫХ И ГЛУБОКОВОДНЫХ РАЙОНАХ ЧЁРНОГО МОРЯ

Анализ проб пикофитопланктона (ПФП), отобранных на трёх глубоководных станциях в восточном районе Чёрного моря (77 рейс НИС «Профессор Водяницкий») и в прибрежных водах в районе

г. Севастополя, проводили с помощью проточного цитометра Cytomics™ FC 500 (Beckman Coulter, США) и высокопроизводительного секвенирования с применением универсальных праймеров. Методом секвенирования нового поколения (центр «Геномика» СО РАН, г. Новосибирск) были получены несколько сотен последовательностей гена 16S рРНК ПФП с каждой пробы.

В сообществе выявлены пикоцианобактерии рода *Synechococcus*, характеризующиеся высокими численностью и содержанием фикоэритрина, значительным генетическим разнообразием. Пикоцианобактерии (ПЦБ) предпочитали заглубленные слои (40 - 50 м) с низкими температурами (около 8 °С) и уровнем освещения, особым спектральным составом света. Характер распределения биогенов в столбе воды, по видимому, не влиял на вертикальную структуру популяции *Synechococcus*. Среди ПЦБ были выявлены как уникальные кластеры последовательностей, так и последовательности, принадлежащие известным кластерам морских ПЦБ. Установлено, что на разных глубинах Черного моря в период температурной стратификации видовой состав и соотношение последовательностей гена 16S рРНК видов *Synechococcus* достоверно отличаются. Наибольшие различия по разнообразию последовательностей наблюдается между горизонтами 0, 15 и 25 м. Горизонты 50 и 100 м отличаются в меньшей степени.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 14-34-50888 мол_нр и 15-04-08768 а.

Сендеров М. В., Коротаев Г. К., Мизюк А. И.

ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН, ул. Капитанская, 2, Севастополь, 299011, Россия *smvdonetsk1@rambler.ru*

ВЛИЯНИЕ ВОДООБМЕНА ЧЕРЕЗ БОСФОР И СТОКА РЕК НА ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРМОХАЛИННОЙ СТРУКТУРЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

Черное море является замкнутым бассейном и изолированным от Атлантического океана. Оно соединено с Мраморным морем через пролив Босфор. Узость и относительная мелководность пролива и гидрологические характеристики существенным образом влияют на водообмен Черного моря

(Дроздов).

Течения в Босфоре обусловлены наличием двух факторов. Нижнебосфорское течение возникает вследствие разности плотностей, что является результатом более высокой солености средиземноморских вод (примерно 38‰) по сравнению с соленостью Черного моря (примерно 18‰). Изменение речного стока, осадков и испарения приводит к разности уровней, тем самым образуя верхнебосфорское течение. Положительный пресный баланс (превышение стока рек и осадков над испарением) и приток высокосоленых мраморноморских вод через Босфор обуславливают резкую стратификацию вод Черного моря и ослабленное вертикальное перемешивание в слое основного пикноклина. Такие особенности водообмена формируют особую халинную стратификацию бассейна (Богданова).

Цель данной работы проверить гипотезу Райана-Питмена (Ryan), согласно которой после природных катаклизмов образовался пролив Босфор и начался вток соленых мраморноморских вод в пресный черноморский бассейн. Таким образом была сформирована халинная вертикальная структура Черного моря близкая к наблюдаемой в настоящий момент. Для такого исследования была создана конфигурация модели NEMO (Nucleus for European Modelling of the Ocean) (Madec, 2008) с грубым пространственны разрешением (шаг по горизонтали 20 км). Выполнен ряд численных экспериментов, моделирующий попадание соленой мраморноморской воды в черноморский бассейн с равномерно распределенной по глубине соленостью (16‰). Анализ результатов эксперимента с близкими к климатическому расходами верхне- и нижнебосфорского течений показал, что время формирования вертикальной структуры поля солености оказалось сопоставимым с временем, предполагаемы в гипотезе (600 лет).

Сидоров И. Г., Гулин С. Б., Поповичев В. Н.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
igs.mail@yandex.ru

ОЦЕНКА СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ БИОГЕННОЙ СЕДИМЕНТАЦИИ В СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ^{234}ТН

Важную роль в функционировании морских экосистем играют процессы седиментации, за счет которых происходит самоочищение

водной толщи от различных загрязнителей. Поэтому изучение этих процессов представляет значительный интерес с точки зрения оценки экологической емкости морской среды. ^{234}Th – природный радионуклид, который широко используется для изучения седиментации и осадконакопления в водоемах. Сорбционная активность тория практически не зависит от типа взвеси, и поэтому он может применяться в качестве трассера для изучения седиментации взвешенного вещества литогенного и биогенного происхождения (Waples, 2006).

В рамках данной работы на мониторинговой станции «Равелин» в Севастопольской бухте (44°37.53’ с.ш. – 33°31.32’ в.д.) проводился сезонный отбор проб донных отложений, а также фильтрация придонной воды, для измерения удельной активности ^{234}Th на взвешенном веществе. В донных отложениях определяли избыточную, по отношению к ^{238}U, активность ^{234}Th, а так же содержание природного радионуклида ^{40}K для оценки, по нашей методике (Gulin, 2014), доли биогенного вещества в осадке. Параллельно проводилось измерение первичной продукции фитопланктона с использованием радиоуглеродного метода. Результаты исследований показали наличие двух основных сезонных максимумов седиментационного потока ^{234}Th – в конце апреля-июне и в августе, которые можно объяснить различным составом оседающей взвеси. В конце весны — начале лета наблюдалось значительное количество атмосферных осадков, благодаря которым во взвеси преобладало литогенное вещество, а в конце лета, согласно литературным данным, – доминировала биогенная взвесь за счет массового развития фитопланктона (Лопухина, 1999). Это подтверждают наши данные по измерению содержания ^{40}K в донных осадках – именно в августе доля биогенной фракции была максимальна и достигала значения около 80% от общей взвеси, тогда как в конце апреля-июне она не превышала 40%. Также на август приходились наиболее высокие значения первичной продукции. На основе значения удельной активности ^{234}Th и его седиментационного потока была определена скорость осадконакопления, составившая в среднем за исследованный период 13.7 г·м$^{-2}$·сут$^{-1}$.

Синицина В.С.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск,
пр. Свободный, 79, *pennywais@mail.ru*

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ИХ ИММОБИЛИЗАЦИИ НА РАЗЛИЧНЫХ ГЛУБИНАХ ОЗЕРА ШИРА (ХАКАСИЯ)

Фитоценоз, формирующийся на поверхности твердого субстрата в подвижных условиях и включающий авто-, гетеротрофные организмы и органическое вещество различного происхождения относится к перифитону. Выбор перифитона в качестве объекта исследования обусловлен тем, что прикрепленные сообщества свободны от кратковременного влияния случайных, локальных изменений гидрологического и гидрохимического режима. Флуоресцентный метод занимает ведущее место в изучении фотоавтотрофов и позволяет оперативно и адекватно оценивать суммарную концентрацию хлорофилла, а также фотосинтетическую активность водорослей.

В качестве объекта исследования использовали альгоценоз, формирующийся на погруженном искусственном субстрате – вспененном полиэтилене в течение месяца. Станции для исследования перифитона располагались в центральной части озера с глубиной до 20 м. Полиэтиленовые обрастатели (5,0×2,5×2,5 см) были закреплены на капроновом шнуре через 1 м от поверхности до нижней части. Эксперимент был проведен на озере Шира в июне и июле 2013 г. Время экспозиции – один месяц. Флуоресцентный анализ фитоперифитона был выполнен непосредственно на вспененном полиэтилене и на смывах, которые получали путем многократного отжимания субстрата и разведения водой из озера Шира. Регистрацию флуоресценции водорослей на субстрате проводили на приборе Imaging-PAM с модулем MAXI (WALZ, Germany). Видовой состав определяли путем подсчета клеток в камере Горяева, а также на основе измерения флуоресценции хлорофилла на приборе Phyto-PAM с ячейкой ED при возбуждении четырьмя участками спектра (470 нм, 520 нм, 645 нм и 665 нм). Фотохимическую активность оценивали на приборе Phyto-PAM с ячейкой ED в режиме записи световой кривой.

Фитоперифитон, развивающийся в июне-июле на искусственном субстрате (вспененный полиэтилен), состоял из типичных для озера Шира отделов: диатомовые, зеленые и синезеленые. Число клеток

диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей менялось в зависимости от глубины. Верхние горизонты характеризовались усилением вклада зеленых и синезеленых водорослей в зависимости от станции. По данным флуоресцентного анализа диатомовые водоросли доминировали на горизонтах от 6 м до 12-14 м. Основные изменения численности клеток были связаны с сезоном, а не с расположением станций. *Dictyosphaerium tetrachotomum, Lyngbya contorta, Cyclotella tuberculata* и *Microcystis* sp. встречались на всех станциях в июне и июле. Распределение *Synedra* sp., *Navicula lanceolata, Cymbella* sp. и *Cocconeis* sp. имело сезонный характер.

Фотосинтетические показатели водорослей в июне-июле имели близкие значения. Потенциальный квантовый выход фотосистемы II на горизонтах от 0 до 8 м в среднем составлял 0,30±0,05. Величина квантового выхода уменьшалась от 8 до 12-13 м и достигала величин 0,00-0,05. Горизонт наибольшей фотосинтетической продукции располагался на 4-8 м и требовал облученности на уровне 200-300 мкмоль фотонов/м^{2}с. Расчетный диапазон максимальной скорости фотосинтетического транспорта электронов (10-15 мкм электронов/м^{2}с) превосходил измеренную ранее величину фотосинтетической продукции фитоперифитона на каменистом субстрате в 3-4 раза.

Полученные результаты позволяют расширить методологию изучения таксономического состава и фотосинтетической активности водорослей озера Шира.

Скуратовская Е.Н.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
skuratovskaya2007@rambler.ru

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ С ПОМОЩЬЮ БИОМАРКЕРОВ РЫБ

Загрязнение среды обитания существенно изменяет физиологический и биохимический статус организма, приводит к нарушению метаболических процессов и повреждению важнейших биологических молекул и клеточных структур. При этом для оценки токсических эффектов применяются различные биомаркеры и биоиндикаторы.

Физиологические и биохимические параметры важны как биомаркеры ранних откликов на действие неблагоприятных факторов, они реагируют на низкие концентрации токсикантов и служат предвестниками развития стрессовой реакции организма.

Совершенно очевидно, что наиболее полно процессы, происходящие в водных сообществах под антропогенным воздействием, можно охарактеризовать только при комплексном применении маркеров. В то же время наиболее информативными биомаркерами являются показатели прооксидантно-антиоксидантной системы (ПАС).

Цель работы заключалась в исследовании показателей ПАС печени морского ерша *Scorpaena porcus* из бухт г. Севастополя с разным уровнем загрязнения - Казачьей, Карантинной, Стрелецкой (бухты перечислены в порядке возрастания антропогенной нагрузки).

В качестве показателей ПАС была исследована активность антиоксидантных ферментов - каталазы (КАТ), супероксиддисмутазы (СОД), глутатион-S-трансферазы (GST), глутатионредуктазы (ГР), пероксидазы (ПЕР), а также уровень окислительной модификации белков (ОМБ) и содержание малонового диальдегида (МДА) – конечного продукта перекисного окисления липидов.

Результаты исследований показали, что загрязнение морской среды модифицирует активность антиоксидантных ферментов печени рыб. С увеличением уровня загрязнения морских акваторий активность СОД, КАТ, ГР и GST повышается, принимая максимальные значения у рыб из Стрелецкой бухты, что свидетельствует об интенсификации процессов обезвреживания токсикантов и восстановления поврежденных биомолекул и является адаптивной ответной реакции на загрязнение. В то же время, для ПЕР установлена обратная тенденция. Активность фермента в печени морского ерша из Карантинной и Стрелецкой бухт значительно снижена по сравнению со значениями рыб из Казачьей бухты, что являются следствием ингибирования ферментативной активности в присутствии высоких концентраций ксенобиотиков.

Сравнительный анализ продуктов окислительного стресса в печени скорпены из разных бухт позволил выявить зависимость между степенью загрязнения морской среды и содержанием окисленных форм белков и липидов. Минимальный уровень ОМБ и МДА обнаружен у рыб из Казачьей бухты, максимальный – из Стрелецкой. Повышение содержания окисленных белков и липидов

в печени рыб является следствием интенсификации процессов перекисного окисления в результате накопления в организме токсических веществ.

На основании анализа параметров ПАС был рассчитан коэффициент антиоксидантного состояния (КАС) как отношение общей антиоксидантной ферментативной активности к содержанию продуктов окисления белков и липидов. Установлено, что КАС в печени морского ерша из Стрелецкой бухты значительно ниже по сравнению с соответствующими значениями рыб из других акваторий.

Таким образом, результаты исследований показали, что параметры прооксидантно-антиоксидантной системы являются чувствительными к загрязнению морских акваторий, поэтому их можно использовать в качестве биоимаркеров для оценки состояния рыб и среды их обитания.

Смирнова М.М.[1], Ежова Е.Е.[2]

Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, пр. Мира 1, 236022, Россия, Калининград
[1] *smirnova-mm@mail.ru* ,[2] *igelinez@gmail.com*

ПРИСУТСТВИЕ ТОКСИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ ЦИАНОБАКТЕРИЙ ИЗ ГРУППЫ МИКРОЦИСТИНОВ В КУРШСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В 2011-2014 ГГ.

В 1990-2000-х гг. в Балтийском море регулярными стали масштабные «цветения» фитопланктона с доминированием цианобактерий. Это связано, по мнению многих авторов, с антропогенным эвтрофированием, снижением ветрового перемешивания, длительными периодами высоких температур и переловом некоторых видов рыб, относящихся к верхним трофическим звеньям.

Район исследования – Куршский залив Балтийского моря – трансграничный российско-литовский полузакрытый мелководный бассейн гипертрофного статуса (Александров, 2003, 2010), крупнейшая прибрежная лагуна Балтийского моря, водоем высокотоварного коммерческого регулируемого рыболовства. В южной (российской) части залив пресноводен. В 2000-х гг. частота и продолжительность экстремальных «цветений» возросли [Ежова и др., 2012]. Массовое развитие фитопланктона с доминированием потенциально-токсичных видов из родов *Microcystis, Aphanizomenon, Woronichinia, Planktorix, Anabaena* теперь регулярно достигает

уровня «гиперцветений» (референтный уровень биомассы фитопланктона 10 г/м^3, по [Трифонова, 1990]). Исследование «цветений» стало весьма актуально, поскольку негативные последствия «гиперцветений» в Куршском заливе многочисленны: ухудшение условий обитания гидробионтов, в т.ч. промысловых видов рыб, массовая гибель гидробионтов (беспозвоночные, рыбы) и околоводных птиц, вторичное органическое загрязнение вод продуктами разложения эксцессивной биомассы фитопланктона и его метаболитами, снижение рекреационной привлекательности, опасность для здоровья населения. Последнее более всего связано с токсичными метаболитами цианобактерий. Анализ частоты встречаемости цианотоксинов из группы микроцистинов в прибрежном мелководье Куршского залива в 2011-2014 гг. – цель данной работы.

Пробы воды для определения видового состава фитопланктона и содержания цианотоксинов в воде отбирали в литорали западного побережья Куршского залива на шести постоянных мониторинговых станциях АО ИОРАН на территории Национального парка «Куршская коса». Присутствие микроцистинов в пробах воды определяли с помощью иммунохроматографического экспресс-теста (Microcystin Strip Test, Abraxis Ltd), позволяющего определять присутствие суммарных (свободных и клеточно-связанных) микроцистинов в диапазоне 0 - 10 ppb. Метод позволяет также выполнять полуколичественное определение содержания микроцистинов на уровнях 0-10 ppb и >10 ppb.

Представлены данные о содержании суммарных микроцистинов в воде Куршского залива в 2011-2014 гг. В фитопланктоне залива доминируют синезеленые микроводоросли, среди которых большую долю занимают рода *Microcystis, Planktothrix, Aphanizomenon* и *Anabaena* [Ланге, 2005, 2007, 2011, 2013]. Известно, что представители родов *Microcystis, Planktothrix, Anabaena* способны продуцировать микроцистины.

В 2011-2014 гг. присутствие микроцистинов на уровнях 0-10 ppb или более 10 ppb было зарегистрировано в разные месяцы года с мая до конца ноября. Содержание токсинов варьировало в зависимости от времени пробоотбора, расположения станции наблюдения, состава и структуры фитопланктоценоза. В 2011 г. микроцистины присутствовали в пробах с июля по ноябрь. В 2012 г. микроцистины в воде Куршского залива обнаруживали с конца мая по конец ноября. В 2013 г. – с июля по октябрь; в 2014 г. – с августа до середины октября.

Наибольшее содержание микроцистинов характерно для станций, расположенных в кутковой части залива. В большинстве случаев при доказанном присутствии микроцистинов в пробах, в фитопланктоне доминировал *Aphanizomenon flos-aquae,* неспособный продуцировать микроцистины, в то время как при массовом развитии представителей рода *Microcystis* содержание токсинов в воде было минимальным, либо не обнаруживалось. Микроцистины содержатся внутри клеток и попадают в водную среду при их лизисе [Chorus, Bartram, 1999]. Было показано [Ezhova et al., 2014; Ежова и др., 2014], что свободные микроцистины, попавшие в воду по окончании «гиперцветения» с доминированием *Microcysts spp*. сохраняются в воде Куршского залива более одного месяца. Это, на наш взгляд, объясняет кажущееся несоответствие между доминирующими в фитопланктоне видами и присутствием микроцистинов в пробах.

В работе обсуждается связь гидрометеорологических и гидрохимических факторов с присутствием микроцистинов в воде Куршского залива.

Соловьёва О. В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
kozl_ya_oly@mail.ru

РОЛЬ БИОТЫ МОРСКИХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОБЕРЕЖЬЯ

При разработке рекомендаций для развития туризма и рекреации имеет большое значение учёт наличия и особенностей гидротехнических сооружений, а также планирование такого рода построек. Гидротехнические сооружения, такие как буны, удерживающие пляжи, набережные и т.п. являются неотъемлемым элементов, непосредственно повышающим туристический потенциал региона. Так, например, на дамбах, защищающих берега Северного моря, организованы пляжи; на бетонных набережных зачастую размещаются рекреационные объекты, заведения общественного питания. Ещё одним примером может служить технология защиты берега с помощью прерывистых волноломов. Решая задачи прямого назначения, связанные с предотвращением волнового воздействия на основания глинистых клифов путём накопления в волновой тени прерывистых волноломов пляжевого

материала и увеличения ширины пляжей, соответственно, увеличивает рекреационную и водно-туристическую привлекательность побережья. Под прикрытием берегозащитных прерывистых волноломов смогут найти желанный отдых яхтсмены использующие мелкосидящие парусные и моторные суда. Искусственные рифы сами по себе являются аттрактивными для туристов объектами.

Кроме того, особенно в условиях песчаных акваторий, гидротехнические сооружения являются основным субстратом для поселения моллюсков-фильтраторов – мидий и митилястеров. А, следовательно, на них образуется биофильтр, способный существенно снижать уровни органического загрязнения акватории и извлекать из воды бактериальную взвесь. Это должно позитивно сказываться на качестве водной среды и повышать рекреационную привлекательность пляжей данного района.

Местом проведения санитарно-биологических исследований стала бухта Круглая, расположенная в Гагаринском районе Севастополя в 5 км к юго-западу от входа в Севастопольскую бухту. На её западном берегу расположен городской пляж «Омега». Название она получила по своей форме. Бухта эта неглубока, имеет песчаное дно. В курортный сезон пляж б. Круглой часто становится зоной санитарного неблагополучия.

Исследование обрастания гидротехнических сооружений в рекреационной акватории показало, что поселения моллюсков-фильтраторов имеют достаточно высокие показатели численности и биомассы. Численность мидий составляла 527 экз./м^2, при биомассе – 159 г/м^2. Численность митилястеров на буне была 7930 экз./м^2, а их средняя биомасса – 1051 г/м^2. Доминирующую роль играют митилястеры, образующие на буне многолетние поселения, в отличие от мидий, возраст которых (судя по размеру) не превышал 1 года. Благодаря высокой плотности поселений, митилидные моллюски формируют мощный биофильтр на поверхности гидротехнического сооружения. Удельный объём которого составляет 8865 л/сут.·м^2. Из них 2598 л/сут.·м^2 приходится на деятельность мидий и 6267 л/сут.·м^2 – на фильтрационную работу митилястеров.

Таким образом, наличие гидротехнического сооружения в районе пляжа, не только повышает его привлекательность с инфраструктурной точки зрения, но и увеличивает потенциал самоочищения морской воды в бухте, что ведёт к стабилизации санитарно-биологических показателей среды в условиях антропогенной нагрузки.

Сомов А.А.

ФГБНУ «ТИНРО-Центр», 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко 4, *alekseysomoff@gmail.com*

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ЭПИПЕЛАГИЧЕСКОГО НЕКТОНА В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ ОТ ЛЕТА К ОСЕНИ

ТИНРО-Центр с 1980-х гг. проводит комплексные съемки эпипелагиали западной части Берингова моря с учетом состава и структуры нектона, планктона и гидрометеорологического окружения. В обобщающих работах было установлено, что за более чем 30-летний период произошли масштабные экосистемные перестройки (Шунтов и др…, 2007). Для периода 2000-х гг. была подекадно рассмотрена динамика состава и видовой структуры нектона в верхней эпипелагиали (0-50 м) от начала лета (вторая декада июня) к середине осени (вторая декада октября). Материалом послужили данные 1374 тралений из 17 рейсов ТИНРО-Центра выполненных в районах Командорской и Алеутской котловин, а также в районе м. Наварин. Подробная методика сбора, обработки проб, а также их первичный расчет описаны в обобщающей монографии (Нектон…, 2006).

Наибольшая вариация численности и биомассы нектона была характерна для нижнего шельфа и свала глубин в районе м. Наварин (от 39 тыс. экз./км^2, 6,5 т/км^2 – в течение всего лета - начала осени, до 4 млн. экз./км^2, 30 т/км^2 с середины сентября. В Алеутской котловине пик обилия нектона наблюдался во второй декаде сентября (300 тыс. экз./км^2, 6 т/км^2), биомассы в первой декаде августа (6 т/км^2). В Командорской котловине численность и биомасса нектона были наименьшими, при этом не испытывали значительных колебаний за рассматриваемый период (80 тыс. экз./км^2, 1,6 т/км^2). В июне во всех районах обилие нектона было минимальным.

За весь период исследований в Наваринском районе доминировал минтай, периодически отмечались повышенные концентрации кеты (*Oncorhynchus. keta*), сельди (*Clupea pallasii*) и мойвы (*Mallotus villosus*). В Командорской и Алеутской котловинах доминировали тихоокеанские лососи (*Oncorhynchus spp.)* (в основном кета). В начале лета (вторая декада июня – первая декада июля) из океана в район глубоководных котловин в значительных объемах перераспределяются – горбуша (*O. gorbusha*) (300 – 500 кг/км^2), и кета (250 – 600 кг/км^2) суммарно составляя более 50%

биомассы. Далее, в середине лета горбуша покидает акваторию глубоководных котловин и отмечается только в прибрежных районах, кета же более чем троекратно увеличивает биомассу (600 – 2500 кг/км^2). Возрастает доля нерки (150 – 300 кг/км^2) и других видов нектона (северный одноперый терпуг (*Pleurogrammus monopterygius*), северный (*Boreoteuthis borealis*) и камчатский (*Gonatus kamtschaticus*) кальмары). К сентябрю возрастает доля видов-мигрантов низкобореально-субтропического комплекса фауны – в основном сайры (*Cololabis saira*) (до 200 – 500 кг/км^2), отмечается морской лещ (*Brama japonica*), увеличивается доля мезопелагических видов.

В середине сентября – октябре, структура нектона приобретает полидоминантный характер. Индекс видового разнообразия Симпсона в Командорской котловине достигает 6,2, в Алеутской - 4,5. В Наваринском районе этот показатель за весь период не превышал 2,5. Основу биомассы в глубоководных районах составляют кета (300 – 500 кг/км^2), нерка (180 – 230 кг/км^2), посткатадромная молодь горбуши (50 – 150 кг/км^2), а также северный кальмар (200 – 450 кг/км^2). В отдельных частях моря массово присутствуют сеголетки минтая и сельди (центральная часть Командорской котловины), мойвы, и колюшки (*Gasterosteus aculeatus*) (воды Командорской котловины примыкающей к шельфу), молодь северного одноперого терпуга (южная часть Командорской котловины).

Нектон западной части Берингова моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 416 с.

Шунтов В.П., Дулепова Е.П., Темных О.С. и др. Глава 2. Состояние биологических ресурсов в связи с динамикой макроэкосистем в экономической зоне дальневосточных морей России // Динамика экосистем и современные проблемы сохранения биоресурсного потенциала морей России. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – С.75-176.

Стецюк А.П., Плотицына О.В., Поповичев В.Н.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2

КОЭФФИЦИЕНТЫ НАКОПЛЕНИЯ РТУТИ У РАЗНЫХ ВИДОВ ЧЕРНОМОРСКИХ МАКРОФИТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА ЗА ПЕРИОД 2011 – 2014 ГГ.

Повышенные концентрации ртути в речных и морских водах отрицательно воздействуют на состояние водных экосистем. Включаясь в биотический круговорот, ртуть может аккумулироваться гидробионтами до концентраций, превышающих предельно допустимые уровни, что чревато необратимыми последствиями.

Для определения способности гидробионтов накапливать химические вещества применяют коэффициент накопления ($К_н$), называемый также коэффициентом концентрирования, аккумуляции, распределения, обогащения (Поликарпов, 1964), который выражается как отношение концентраций химического элемента (например, ртути) в организме и в воде: $К_н = С_г/С_в$, где $С_г$(нг·г$^{-1}$(сыр)) и $С_в$(нг·г$^{-1}$) – концентрация ртути в гидробионте (на сырой вес) и концентрация растворённой ртути в водной среде, соответственно.

Задачи конкретного исследования определяют выбор выражения $К_н$ на сырой (живой) вес, сухой вес или вес золы гидробионта, каждое из которых имеет свой вполне определённый смысл. При расчёте $К_н$ на золу определяется превышение концентрации элемента в минеральном остатке над его концентрацией в одном случае в воде, в другом – в минеральном остатке водного раствора, при этом цифровые значения и смысл, конечно, различны. Коэффициент накопления на сухой вес характеризует способность органического компонента к аккумуляции химических элементов из водной среды. Коэффициенты накопления на основе сырого веса отражают действительную роль живых гидробионтов в концентрировании химических элементов из водных растворов и следует отметить, что в литературе по аккумуляции радионуклидов (элементов) морскими организмами $К_н$ почти всегда выражены на сырой вес (Поликарпов, 1964).

В процессе мониторинга (2011 – 2014 гг.) открытых и прибрежных вод Черного моря, а также ряда солёных озер Крыма, нами были исследованы различные виды макроводорослей на содержание в них ртути и рассчитаны её коэффициенты

накопления. В качестве объектов исследования были взяты произрастающие на станциях отбора проб водоросли: *Phyllophora crispa (Hundson) P.S. Dixon* – станции 21, 34 (70-й рейс НИС проф. Водяницкий) и акватория пляжа у парка Победы (Севастополь) (04.07.2013); *Potamogeton pectinatus L.* – озера Донузлав (19.02.2013, 10.08.2014) и Киятское (19.02.2013); *Potamogeton crispus L.* – озеро Кызыл-Яр (13.05.2014); *Polysiphonia subulifera (C. Agardh) Harvey* – прибрежье у мыса Тарханкут (13.05.2014) и озеро Донузлав (10.08.2014); *Cladophora glomerata (L.) Kutz* – озеро Киятское (19.02.2013, 13.05.2014); *Cystoseira barbata (Good. et Wood.) Ag.* – у мыса Тарханкут (19.02.2013, 10.08.2014, 18.11.2014) и у п. Приморский (Феодосийский залив) (09.08.2014); *Lophosiphonia reptabunda (Suhr.) Kylin* – озеро Бакальское (13.05.2014, 18.11.2014); *Zostera marina L.* – Керченский пролив (08.08.2014).

Результаты проведённых исследований показали, что наибольшими значениями $K_н$ характеризуются красная макроводоросль *Phyllophora crispa (Hundson) P.S. Dixon* (04.07.2013), произрастающая в акватории парка Победы ($K_н$ = 251), а также зелёная макроводоросль *Cladophora glomerata (L.) Kutz* (13.05.2014) из солёного озера Киятское ($K_н$ = 105), а наименьшими *Lophosiphonia reptabunda (Suhr.) Kylin* (18.11.2014) из оз. Бакальское ($K_н$ = 5) и *Polysiphonia subulifera (C. Agardh) Harvey* ($K_н$ = 6) из прибрежья у мыса Тарханкут (13.05.2014) и оз. Донузлав (10.08.2014), которые фиксируют – на каком уровне соотносятся концентрации ртути в указанных гидробионтах и окружающей воде.

Поликарпов Г.Г. Радиоэкология морских организмов. – М.: Атомиздат, 1964. – 296 с.

Строчан Т.П.

Институт Экологии Академии Наук Абхазии, ул. Красномаякская 67, г. Сухум, Республика Абхазия
strochan.timur@rambler.ru

ПЬЕЗОКВАРЦЕВЫЕ БИОСЕНСОРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОРСКОЙ ВОДЫ

В экологических исследованиях часто приходится выполнять большое количество отдельных определений загрязняющих веществ в окружающей среде. Для этого создаются автоматические методы химического анализа, использующие современные средства

аналитической и микропроцессорной техники. Развитие подобных методов анализа стимулируется повышением надежности и экономичности при уменьшении его стоимости, а так же оперативностью получения большого объема точной аналитической информации. Для обработки данных удобно использовать соответствующую микропроцессорную технику.

Для морской воды очень актуален анализ на паталогическое бактериальное загрязнение, что в свою очередь обусловлено сложными или продолжительными исследованиями в лаборатории. Определение типа микроорганизма и его концентрации в пробе осуществляется при помощи специализированных маркерных растворов, питательных сред и прочих методов .

Бактериологический анализ воды является одним из первых в проведении мониторинга акватории на предмет органического загрязнения, его цель определить количество бактерий, их вида и число их колоний. На основании полученного результата можно судить, необходим ли повторный более детальный анализ пробы. В обычной лабораторной практике определения бактериальных загрязнений используются смеси изготовленные из бурых водорослей и образующих в водных растворах плотный студень (Агар).

Агар можно изготовить для определения большого спектра бактерии, а так же его плюсом выступает небольшая стоимость.

Для создания аналитической системы автоматизированного контроля бактериального фона в водах общего пользования понадобятся универсальные датчики способные выполнить ряд задач:

1) определить концентрацию общего бактериального фона в пробе;
2) возможность количественного анализа
3) допустимые погрешности при измерении
4) простота конструкции и учет цены-обслуживания

Одним из устройств такого типа является биосенсор. Биосенсоры, представляют собой комбинацию селективного биохимического элемента с электронным датчиком, позволяют провести анализ воды в режиме реального времени и обнаружить различные загрязнения и их смеси, исключают необходимость сложной подготовки проб. Все биосенсоры разделяются по типу преобразователя измеряемых величин в электрический сигнал (химические, механические, оптические и прочее). В работе рассмотрен преобразователь механического (пьезоэлемент),

который в сочетании с биологическим компонентом образуют пьезокварцевый биосенсор.

Пьезокварцевые биосенсоры могут применяться для анализа водных растворов в достаточно широком диапазоне концентраций определяемых веществ. В химически чувствительном слое происходит «узнавание» биоэлементом специфического для него вещества из многокомпонентной смеси. Исследуемое вещество сорбируется на рецепторный слой, тем самым изменяя массу пьезоэлемента.

Фактически принцип работы биосенсора представляет собой микро взвешивание, а в сочетании с подложками из Агара биосенсор для мониторинга микробиологических параметров воды. На высоких частотах резонанса пезопластины около 10 мГц, чувствительность таких взвешиваний может составить около 10^{-7} при размерности объектов измерения 10^{-6}.

Существует так же ряд сложностей при создании таких систем как: изготовление биослоя, калибровка, определение зависимости изменения массы преобразователя к концентрации искомого элемента

1. Моделирование биосенсоров для построения системы определения степени токсичности водной среды/Старченко.И.Б., Вишневецкий В.Ю., Ледяева В.С., Строчан Т.П./Прикаспийский журнал управление и высокие технологии 2013. №3, Стр. 129-140

Тарасова О.Г.[1], Зайцев В.Ф.[2]

[1]ФГБНУ «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», *kaspiy-info@mail.ru*;
[2]Астраханский Государственный Технический Университет, *viacheslav-zaitsev@yandex.ru*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕНТОФАУНЫ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ОСНОВНОГО РУСЛА И ВОДОТОКОВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ

Материалом для нашей работы послужили пробы зообентоса, отобранные по продольному профилю основного русла Волги (от хутора Барбаши, с. Каменный Яр, с. Старица, с. Соленое Займище, с. Никольское, с. Цаган-Аман, с. Енотаевка, с. Сероглазовка, п. Волжский, до с. Замьяны) и в дельте р. Волга на основных

рукавах: Кизань, Бушма, Бузан, Ахтуба и Бахтемир в вегетационный период 2012-2013 гг.

В период наблюдений бентоценоз исследуемых водотоков характеризовался в большей степени развитием ракообразных отр. Amphipoda представленных как постоянными видами: *Niphargoides deminutus, N. abbreviatus, N. robustoides*, *N. compactus*, *N. carausui, N. corpulentus*, *Dikerogammarus haemobaphes*, *D. caspius*, *Corophium curvispinum*, *Pterocuma pectinata,* так и редкими таксонами – организмами оксифильной группы отр. Mysidacea: *Paramysis intermedia, P. lacustris, Limnomysis benedeni, Katamysis warpachowskyi,* скопление которых было приурочено в большей степени к хорошо проточным и аэрированным участкам реки. Из насекомых (кл. Insecta) регистрировали сем. Ceratopogonidae (мокрецы), сем. Ephemeroptera (поденки), сем. Simuliidae (львинки), отр. Trichoptera (ручейники) - *Hydropsyche angustipennis,* личинки двукрылых сем. Chironomidae, кровососущих комаров сем. Culicidae; стрекоз - *Orthetrum cancellatum.* Группу моллюсков формировали *Theodoxus pallasi*, *Lymnaea ovata, Lithoglyphus naticoides*, *Viviparus viviparus, Hypanis vitrea glabra*. Кроме того, в р. Волге (от хутора Барбаши до с. Замьяны), а также в рукавах Бузан, Бушма и Кизань отмечены единичные формы моллюсков сем. Unionidae – *Unio pictorum, U. crassus, U. limosus, U. longirostris, Pseudanadonta complanata, P. elondata,* обитающих на илисто-песчаных грунтах, серых илах и ракуше при высоком содержании кислорода в воде. Следует также отметить, что в рук. Ахтуба зарегистрировано массовое развитие как автохтонных представителей донного ценоза сестонофагов - *Dreissena polymorpha*, так и вселенца из Азово-Черноморского бассейна – *Dreissena bugensis*. Для Волго-Каспийского бассейна этот вид впервые зарегистрирован П.И. Антоновым (Аракелова, 2000).

Малощетинковые черви (кл. Oligochaeta) на данных водотоках встречались на протяжении всего периода наблюдений, но плотность их несколько снизилась, по сравнению с предыдущими годами (2010-2011 гг.). Многощетинковые черви (кл. Polychaeta) - *Hypania invalida, Hypaniola kovalewskyi* и представители кл. Hirudinae (пиявки) встречались эпизодически.

Согласно значениям модифицированного Б И Вудивисса и олигохетного индекса Пареле, рассчитанных за весь период наших исследований, качество вод в р. Волге (от хутора Барбаши до с. Замьяны), а также в рукавах Бузан, Ахтуба и Бахтемир характеризовалось как «слабо-загрязненная», с доминированием *β*-

– мезосапробных организмов. В рукавах Бушма, Кизань – как «загрязненная», с преобладанием *β-α* –мезосапробов

Таким образом, на основании качественных и количественных характеристик зообентоса, а также рассчитанных биологических индексов отмечено, что в бентосном сообществе основного русла и водотоков дельты р. Волга ведущее положение занимают организмы наиболее интенсивно участвующие в процессах самоочищения водоема (*β* и *β-α*-мезосапробы), что характеризует качество исследуемых вод как «Слабо-загрязненная» и «Загрязненная».

Тихонова Е.А.[1], Шалыгина А.С.[2]

[1] ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2 *tihonoval@mail.ru*
[2]ГБОУ ЦДОД «Малая академия наук г. Севастополя», пр. Генерала Острякова, 163, г. Севастополь, 299055, Россия, *catcatalina99@gmail.com*

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БУХТЫ КРУГЛОЙ (ЧЁРНОЕ МОРЕ) В 2015 ГОДУ

Исследования проводились в акватории бухты Круглой, расположенной на северном побережье Гераклейского полуострова между Двойной и Стрелецкой бухтами. Бухта находится в черте города, поэтому в летний период рекреационная нагрузка на прибрежную акваторию резко возрастает. Различного рода стоки (ливневые, от предприятий на берегу и т.д.) также попадают в исследуемый объект регулярно, а особенно летом. Учитывая описанные обстоятельства, данная акватория является привлекательной для экологических исследований, так как из разряда «чистой» она переходит в «условно чистую». Кроме того, бухта мелководная (только на её входе глубина достигает 15 м, а в центре – скалистая отмель с глубинами до 0,3 м), что увеличивает скорость прогревания воды и соответственно способствует её усиленному цветению. Площадь акватории составляет около 0,64 км^2; средняя глубина бухты – 4,5 м; полный объём – 2,93 млн. м^3; протяженность с ССЗ на ЮЮВ – 1300 м; расстояние между входными мысами – 650 м, максимальная ширина – 800 м. Следовательно, бухта небольшая и с затруднённым водообменом в

куте, что увеличивает количество загрязняющих веществ в зоне заплеска.

Цель работы – оценка экологического состояния прибрежной акватории б. Круглой в период максимальной рекреационной нагрузки. Таким образом, пробы прибрежных наносов были отобраны в июле 2015 года на пяти станциях (ст. 1-5) ручным пробоотборником. Станции отбора были выбраны так, чтобы учесть максимально различную антропогенную нагрузку на акваторию. Станции отбора расположены вблизи следующих источников: №1 – стоянки маломерных судов, №2 – аварийного выпуска сточных вод, №3 – загрязнения ливневой канализации, №4 – предприятий общественного питания, №5 – непосредственно на пляже. В подготовленных соответствующим образом воздушно-сухих пробах находили общее количество хлороформ-экстрагируемых веществ (ХЭВ) весовым методом и нефтяных углеводородов (НУ) методом инфракрасной спектрометрии. Все полученные результаты пересчитаны на 100 г воздушно-сухого донного осадка (возд.-сух. д. о.).

Прибрежные наносы на всех станциях были представлены песками от темно- до светло-серого цвета с примесью ракуши и/или ила без посторонних запахов, за исключением ст. 2, где присутствовал запах сероводорода и разложившейся органики.

Исследования показали, что концентрации ХЭВ в прибрежных наносах колебались от 6,5 до 620 мг/100 г возд.-сух. д.о., причём максимальное содержание отмечено на ст. 2 и соответствовало IV, предпоследнему уровню загрязнения. На остальных станциях данные показатели были менее 100 мг/100 г и являются характерными для исследуемой акватории. Полученные данные свидетельствуют о постоянном попадании органического загрязнения на этом участке, хотя источник выброса является аварийным.

Концентрации НУ было также максимальным на ст. 2 (141,4 мг/100 г), на остальных станциях колебалось от 9,2 мг/100 г на ст.1 до следовых количеств (зафиксированное значение 2,1 мг/100 г на ст. 5). Процентное содержание НУ от ХЭВ составляло от 7 до 32 %. Коэффициент корреляции между концентрациями ХЭВ и НУ – 0,9.

Таким образом, минимальные значение исследуемых параметров были отмечены в прибрежных наносах пляжной зоны, а максимальные – в районе источника аварийного сброса сточных вод. Несколько завышены показатели также в акватории около стоянки маломерных судов.

Тищенко П.П., Семкин П.Ю.

ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, 690041, Владивосток, ул. Балтийская, 43, *eq15@poi.dvo.ru*

СЕЗОННАЯ ГИПОКСИЯ АМУРСКОГО ЗАЛИВА В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ДАУНВЕЛЛИНГ/АПВЕЛЛИНГ»

В августе 2007 г. сотрудниками ТОИ ДВО РАН была установлена гипоксия придонных вод центральной части Амурского залива [1]. Исследования 2008 г. показали ее сезонный характер: гипоксия начинает формироваться ранней весной (март) достигает максимального развития в августе и начинает разрушаться осенью (в сентябре) [2].

В 2011 г. в области гипоксии в метре от дна была установлена придонная станция Water Quality Monitor (WQM) фирмы WetLab, оснащенная датчиками температуры, солености, кислорода. По результатам работы станции были проведены оценки временных рамок существования гипоксии (93 дня) и скорости изъятия кислорода при ее формировании (10 мкмоль/кг·сут).

В период с 24 по 26 августа 2012 и 2013 гг. на акватории Амурского залива были проведены гидрологические исследования. В 2012 г. в придонном слое вод залива была зарегистрирована обширная гипоксия, а в 2013 г. – ее разрушение. Эти результаты совместно с результатами работы придонной станции WQM были сопоставлены с изменением поля ветра.

Акватория Амурского залива круглый год находится под влиянием муссона, направление которого меняется с северного зимой на южное летом. Весна и осень являются переходными периодами.

Ветры южных направлений имеют «нагонный» характер и совместно со стоком р. Раздольной повышают уровень моря в северной части залива. Избыточное гидростатическое давление в этой области залива обеспечивает подток вод, образовавшихся в результате смешения, в нижележащий слой и дальнейшую их адвекцию по склону в южном направлении (даунвеллинг). При даунвеллинге воды движутся по склону над верхним слоем осадков, обогащенным органическим углеродом (3% углерода от общей массы осадков). На границе раздела вода/осадок происходит микробиологическое окисление органического вещества, в результате чего придонные воды теряют кислород.

При северных ветрах происходит апвеллинг более холодных, соленых, обогащенных кислородом вод из открытой части залива Петра Великого через пролив Босфор-Восточный в Амурский залив. В этой ситуации область гипоксии разрушается, но не одномоментно. Лишь при окончательном установлении осенне-зимнего муссона происходит ее полное разрушение, обусловленное не только апвеллингом, но и зимней конвекцией.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 15-05-03796-а и программы “Дальний Восток”.

1. Тищенко П.Я., Сергеев А.Ф., Лобанов В.Б., Звалинский В.И., Колтунов А.М., Михайлик Т.А., Тищенко П.П., Швецова М.Г. Гипоксия придонных вод Амурского залива // Вестник ДВО РАН. 2008. №6. с.115-125.
2. Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Звалинский В.И., Сергеев А.Ф., Волкова Т.И., Колтунов А.М., Михайлик Т.А., Сагалаев С.Г., Тищенко П.П., Швецова М.Г. Сезонная гипоксия Амурского залива (Японское море) // Известия ТИНРО. 2011. Т. 165. С.108-129.

Федоровская Н.К., Ничкова Л.А.

ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет",
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33,
n.fedorovskaya14@mail.ru

СОХРАНЕНИЕ БИОРЕСУРСОВ МОРЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОУСТАНОВОК МОРСКИХ СУДОВ И СООРУЖЕНИЙ

Моря и внутренние водоемы являются местом сосредоточения значительных биоресурсов, в частности рыбных. В настоящее время наблюдается тенденция их снижения, что определяется негативным воздействием промышленных объектов. К их числу, среди прочего, относятся энергоустановки тепловых электростанций (при их расположении на берегу водоема), судов, разнообразных морских технических средств (плавучие, стационарные и полупогружные буровые платформы и т.д.). Черное море располагает достаточно большими рыбными ресурсами. Основой пищевой цепочки является фито- и зоопланктон, которые располагаются преимущественно в верхних слоях моря на глубинах до 50 м. Ясно, что уничтожение планктона приводит к соответствующими снижению рыбной продуктивности. Именно с этих глубин берут охлаждающую воду широко распространенные

сейчас разомкнутые системы охлаждения энергоустановок морских судов и сооружений.

Рассмотрим данный вопрос на примере охлаждения судовой энергетической установки. Вода из окружающей акватории всасывается и прокачивается насосом через фильтр, теплообменник и арматуру, после чего сбрасывается обратно в акваторию. Используемые фильтры имеют размеры проходных отверстий до 4,5 мм. Размер же планктона измеряется микронами и более, а большинство икринок имеют размер 1-2 мм. Таким образом, все они попадают в систему охлаждения и, пройдя перечисленные выше элементы системы, под воздействием теплового и механического факторов либо погибают, либо существенно повреждаются.

Оценки, выполненные при участии сотрудников ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», применительно к морской буровой платформе с суммарной мощностью энергоустановки 4000 КВт, показали, что в результате действия указанных выше факторов уничтожается примерно 200 т промысловых видов рыб. При этом учитывалось естественная гибель икринок и рыбной молоди.

Этих недостатков лишены замкнутые системы охлаждения, исключающие прием забортной воды. Имеются немногочисленные положительные примеры таких устройств, которые были созданы исключительно с целью обеспечения работоспособности судна в условиях чрезвычайно загрязненной (песком, илом и т.д.) забортной воды. Такую замкнутую технологию следует развить и адаптировать для решения проблемы сохранения рыбной продуктивности морей.

Для оценки тепловой эффективности предлагаемых устройств теплоотвода были проведены экспериментальные исследования. Определены коэффициенты теплопередачи в зависимости от температурного напора и угла наклона поверхности.

Выполненная технико-экономическая оценка эффективности таких систем на примере морской буровой платформы проекта 10170 позволила проанализировать влияние различных факторов: стоимость постройки, затраты на собственные энергетические нужды, затраты на техническое обслуживание и уничтоженная рыба. В последнем случае для замкнутой системы данный показатель был равен нулю. В результате наглядно показана целесообразность замкнутых систем.

Выявлено, что устройств теплоотвода замкнутых систем охлаждения могут быть усовершенствованы в результате проведения дополнительных исследований. Имеются предпосылки,

говорящие о том, что в случае использования специальных методов интенсификации теплоотвода можно существенно снизить массогабаритные характеристики таких систем. Реализация данных решений обеспечит их более широкое внедрение практику экологически безопасных систем и сохранение рыбных ресурсов страны.

Фисак Е.М., Кравец П.П.

ФГБОУ ВПО «Мурманский Государственный технический университет» 183017, г. Мурманск, ул. Спортивная д.13,
black-and-white16@yandex.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА ЛИТОРАЛИ БУХТЫ КРУГЛАЯ ГУБЫ ЧУПА БЕЛОГО МОРЯ

Изучение донных сообществ в настоящее время довольно актуально и способствует более эффективному использованию водных ресурсов, а также своевременному выявлению изменений, происходящих в биоценозах под воздействием человеческой деятельности.

Для определения доминирующих видов был произведён расчёт показателя интенсивности метаболизма, видовое разнообразие макрозообентоса оценивалось при помощи индекса Маргалефа-Симпсона.

В исследованной бухте обнаружили 15 таксонов беспозвоночных, среди которых к Gastropoda относятся 6 видов, к Malacostraca и Bivalvia по 2 вида, к Asteroidea и Maxillopoda – по 1, а также черви классов Polychaeta, Oligochaeta, немертины и личинки Chironomidae.

Во всех исследованных частях бухты доминирующим видом являются *Mytilus edulis*, обладающие самым высоким показателем интенсивности метаболизма. Относительно высокая эврибионтность мидий позволяет им заселять весьма разнообразные биотопы вблизи уреза воды, характеризующиеся сезонными, а, подчас, и резкими суточными колебаниями факторов внешней среды.

В процессе выполнения работы были определены показатели обилия организмов. В устьевой и средней частях бухты наибольшие показатели обилия характерны для среднего горизонта (в устье B=2859,57 г/м², N=66133экз./м², в средней части B=773,5 г/м², N=11717 экз./м²), в кутовой части самой высокой биомассой

зообентоса характеризуется нижний горизонт (B=3355,9 г/м²), наиболее высокой численностью – средний (N=28833 экз./м²).

Следует отметить, что наиболее высокая численность во всех трех частях бухты характерна для *Mytilus edulis* (N=5191 экз./м²), Olygochaeta (N=6681 экз./м²) и *Hydrobia ulvae* (N=7011 экз./м²). Видовое разнообразие макрозообентоса увеличивается от кутовой части к устью бухты.

Хачетурова К.С., Кравец П.П.

Мурманский государственный технический университет, Мурманск 183017, Россия, *yurine13@mail.ru*

СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНИЙ И РОСТ *MYTILUS EDULIS* L. НА ЛИТОРАЛИ БАРЕНЦЕВА И БЕЛОГО МОРЕЙ

Двустворчатые моллюски *Mytilus edulis* L., обитающее как в Баренцевом море, так и в Белом море, с давних пор были объектом изучения многих исследователей. Но до сих пор продолжают привлекать к себе внимание, так как играют важную роль в морских экосистемах.

Цель работы: изучение размерно-возрастной структуры поселений и скорости роста *Mytilus edulis* L. на литорали Баренцева и Белого морей.

Пробы моллюсков были отобраны с верхнего, среднего и нижнего горизонта литорали при помощи рамки 10х10 см в трёхкратной повторности в Кольском заливе Баренцева моря (Абрам-мыс, бухты Белокаменная и губы Пала), а также в губе Чупа Белого моря (б. Сельдяная, б. Круглая, б. Левая). работа проводилась в летний период 2013 – 2014 годов. В лаборатории при помощи штангенциркуля и весов измерялись морфометрические характеристики моллюсков: длина, высота и толщина раковины мидий, а также вес моллюска и его составляющих. Возраст определяли путем подсчета колец зимней остановки роста на раковинах.

На побережье мидии обычно встречаются на литорали повсеместно. Однако распределены они крайне неравномерно и в большинстве районов не заселяют верхний горизонт. Мидии предпочитают каменистые и скальные грунты. Наибольшей плотностью - 12833,3 экз./м^2 обладает поселение бухты Круглая при биомассе – 34,2 кг/м^2.

Наибольшими размерами и массой обладают моллюски, собранные в губе Пала, средняя длина моллюска 3,1±0,2 см, средняя масса 4,79±0,94 г. Исследования распределения размерно-весовых параметров моллюсков по горизонтам во всех районах показали, что их значения возрастают от верхнего горизонта литорали к нижнему. Наиболее крупные моллюски населяют нижний горизонт литорали.

Для всех районов исследования характерно преобладание особей младших возрастных групп (0-2 лет). Максимальная продолжительность жизни моллюсков (10 лет) наблюдается в устье Кольского залива (губа Пала). Максимальный возраст мидии губы Чупа составил 8 лет (бухта Круглая).

Рассматривая темпы роста мидий на литорали в различных биотопах, отмечено, что максимальный темп роста характерен для моллюсков из нижнего горизонта, а самый медленный рост – у особей верхнего горизонта.

Характер линейного роста литоральных мидий в условиях Баренцева моря сходен с таковыми у мидий из Белого моря. Однако темп роста у мидий из Баренцева моря ниже.

Цесь Ю.В., Кустикова М.А.

Университет ИТМО; 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д.49; Россия *org@mail.ifmo.ru*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОМОЩЬЮ БИОФЛОКУЛЯНТОВ НА ОСНОВЕ ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА

Проблема загрязнения среды в настоящее время приобрела глобальное значение. Сточные воды пищевой промышленности занимают среди стоков других производств одно из первых мест по объему и концентрации загрязнений.

Актуальность работы обусловлена тем, что рыбоперерабатывающие предприятия (РПП) образуют огромное количество сточных вод (СВ), которые достаточно проблематично очистить. Но одновременно эти очищенные СВ можно повторно использовать в технологическом процессе. На современных предприятиях пищевой промышленности в настоящее время широко внедряются такие методы реагентной физико-химической очистки СВ, как коагуляция и флокуляция.

Актуальной является разработка таких реагентных методов, которые включали бы преимущества физико-химической очистки при отсутствии недостатков использования традиционных реагентов.

Большое внимание в настоящее время уделяется использованию естественных биофлокулянтов, в частности микроорганизмов, обладающих биофлокулирующей способностью и не имеющих недостатков, присущих традиционным реагентам, используемым для очистки СВ. В качестве потенциально приемлемого биофлокулянта для реагентной очистки СВ перспективно использовать избыточный активный ил (ИАИ) сооружений биологической очистки.

Цель работы заключается в исследовании биофлокулирующей способности ИАИ для загрязнений СВ РПП, разработке биофлокулянтов на его основе, разработке технологии очистки СВ РПП с применением биофлокулянтов на основе ИАИ.

Задачи исследования:

1) исследование возможности использования ИАИ в качестве биофлокулянта для очистки СВ РПП;

2) скрининг методов обработки ИАИ, улучшающих биофлокуляционную способность микроорганизмов ИАИ;

3) оценка эффективности использования биофлокулянта на основе ИАИ;

4) разработка технологической схемы для очистки СВ РПП с помощью биофлокулянтов на основе ИАИ.

Предметом исследования являлась очистка СВ РПП с помощью биофлокулянта.

Объектом исследования являлись технологические сточные воды РПП ООО «Эликом».

В качестве потенциально биоприемлемого флокулянта для очистки СВ был использован ИАИ предприятия ОАО «Мурманский комбинат хлебопродуктов».

В работе использовались стандартные методики исследования показателей СВ.

В результате исследований была подтверждена эффективность использования ИАИ в качестве биофлокулянта для очистки СВ РПП; установлено, что флокуляционные свойства ИАИ улучшаются при кавитационной обработке; сравнительный анализ основных показателей очистки СВ биофлокулянтами на основе ИАИ показал, что самая высокая эффективность очистки достигается при использовании ИАИ, обработанного ультра звуком в течение 7,5 – 10 минут.

Цыбулевская М.В.

Институт Экологии Академии Наук Абхазии (ИЭАНА),
ул. Красномаяцкая, 67, г.Сухум, 384905, Республика Абхазия
manunya_fox@mail.ru

К ВОПРОСУ О ПОЛОВОЙ СТРУКТУРЕ ПОПУЛЯЦИИ *RAPANA THOMASIANA CROSSE* (Mollusca, Gastropoda) В ЧЕРНОМ МОРЕ У БЕРЕГОВ АБХАЗИИ

Мониторинговые исследования популяции Rapana thomasiana Crosse [1], [4] проводятся ежегодно начиная с 2005 года. Материалом для исследования популяции рапаны послужили сборы моллюсков в 2013-2014 гг. из районов с различными экологическими характеристиками: на обрастаниях развалин Сухумской крепости в кутовой части Сухумской бухты и в селе Нижняя Эшера (пос. Шидзкуара) Сухумского района Абхазии.

Половая структура популяции представляет собой количественное соотношение особей разных полов. Анализ половой структуры Rapana thomasiana наряду с изучение возрастной структуры популяции позволяет прогнозировать ее численность на ряд ближайших поколений или лет.

В задачи нашего исследования входило изучение половозрастных и размерно-половых характеристик черноморской популяции Rapana thomasiana Crosse у берегов Абхазии. Половой состав данной популяции представлен следующим образом 1:3,8 в сторону преобладания самцов. Нами были проведены исследования морфометрических показателей самцов и самок в популяции Rapana thomasiana. В процессе были получены следующие результаты: средняя высота раковины самцов и самок составляла 47,2 мм/ 38,5 мм соответственно. В последние годы половая структура рапаны характеризуется неравным соотношением полов с преобладанием самцов в каждой из размерно-возрастных групп, тогда как на начальном этапе освоения рапаной акватории Черного моря соотношение полов равнялось 1:1. Модальный размер раковин моллюсков – 40-50 мм был представлен следующим соотношением особей в: 80,7 % самцы и 19,3 % самки. Данная тенденция прослеживается в течение нескольких лет (2007-2014гг.) [3].

Наличие полового диморфизма по раковине у рапаны не отмечает никто из исследователей, более того, В. Д. Чухчин [5] прямо указывает на его отсутствие [2]. По нашим данным, примерно

в 65% случаев самцов можно отличить от самок по конхологическим особенностям. Самцы чаще имеют более высокую раковину и узкую, чем самки. Анализ средней массе (с раковиной) самцов и самок Rapana thomasiana показал, что средняя общая масса самцов превышает среднюю массу (с раковиной) самок.

Таким образом, ярко выраженный половой диморфизм у рапаны по данным показателям отсутствует, но в тоже время имеет место различная морфологическая изменчивость, связанная с полом. Это является интересной особенностью современного состояния рапаны в Черном море у берегов Абхазии и может указывать на проявление половой дифференциации раковины Rapana thomasiana.

1. *Алексеев Д.О.* Морские брюхоногие моллюски России – М.: изд-во ВНИРО, 2003. – С.21,161,249.
2. *Вершинин А.О.* Жизнь Черного моря – М: Макцентр, 2003 – 175с.
3. *Дбар Р.С., Цыбулевская М.В.* Особенности биологии и состояние популяции рапаны Rapana thomasiana Crosse (Mollusca, Gastroda) в Черном море у берегов Абхазии. Материалы международной научной конференции, 15-18 декабря 2008г., Ростов-на-Дону: «Современные основы формирования сырьевых ресурсов Азово-черноморского бассейна в условиях изменения климата и антропогенного воздействия» // ФГУП «АзНИИРХ». Ростов-на-Дону. ООО «Диапазон», 2008. С.89-94
4. Красная книга России, Москва, 2002. Источники информации: Голиков А.Н., Скарлато О.А., 1967.
5. Чухчин В.Д.Экология морских моллюсков Черного моря – Киев:Наук. думка,1984.–176 с.

Цыганова М.В.

ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН, 299011, Капитанская, 2, Севастополь, *mteresh@yandex.ru*

ХАРАКТЕРНЫЕ МАСШТАБЫ ГИДРОФРОНТА В РАЙОНЕ СТОКА ДУНАЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Работа посвящена распространению речных вод на Северо-западном шельфе Черного моря. Исследование трансформации речных вод Дуная при впадении в море является важной задачей для исследования динамики и экологического состояния вод моря.

При отсутствии внешних сил, поток речных вод на выходе из устья реки вначале распространяется в сторону моря, а затем, под воздействием силы Кориолиса, поворачивает в антициклоническом направлении, при этом формируется вдольбереговое струйное течение, направленное на юг. Вблизи устья возникает характерная область, которая обычно включает антициклонический вихрь между основной струей и береговой чертой. Такие структуры в современной литературе называют «плюмами», для них характерны пониженная соленость, а также высокое содержание взвеси и растворенной органики. Основной задачей исследования является оценивание характерных масштабов гидрофронта, сформированного водами Дуная на шельфе. В качестве данных использовались значения расхода воды Дуная за период 1997-2012 гг., геометрические параметры рукавов дельты (глубина, ширина) и данные гидрологических съемок на шельфе за тот же период. В результате анализа данных получены оценки межгодовой изменчивости трансформации вод реки Дунай на северо-западном шельфе Черного моря, глубины залегания и положения внешней границы стоковой фронтальной зоны в зависимости от расходов реки, геометрии устья и стратификации вод шельфа. Среднее, минимальное и максимальное значения расстояния до границы стоковой фронтальной зоны для различных сезонов года совпадают с результатами многолетних наблюдений. Максимальное расстояние до внешней границы (50-54 км) было получено в периоды половодья многоводной фазы стока Дуная (1999, 2000, 2005, 2006 гг.). Минимальное расстояние (26-28 км) - в период межени в маловодную фазу стока (1997-1998 гг., 2001-2003 гг.). Сопоставление оценок положения границы стоковой линзы на шельфе по спутниковой информации в видимом диапазоне хорошо согласуется со значениями, рассчитанными по данным гидрологических съемок.

Полученные оценки и соотношения использовались для проверки расчетов по модели ECOMSED для определения горизонтальных и вертикальных масштабов плюма в зависимости от расхода реки, геометрии устья и параметров стратификации вод шельфа, что позволяет сделать вывод об адекватности модели. Применение модели позволило также получить эволюцию плюма по времени, формирование и развитие вдольберегового плотностного южного течения, оценить его расход.

Работа была выполнена при финансовой поддержке гранта «мол_нр» РФФИ № 15-35-51032.

Чеканов К.А.

Биологический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Воробьевы горы, д. 1, корп. 12, Москва, 119234, Россия

ПЕРВИЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ ФОТОСИНТЕЗА В КЛЕТКАХ МИКРОВОДОРОСЛИ HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS (CHLOROPHYCEAE) ПРИ ПЕРЕХОДЕ В СОСТОЯНИЕ ГЕМАТОЦИСТЫ

Микроводоросль *Haematococcus pluvialis* (Chlorophyceae) – продуцент кетокаротиноида астаксантина, имеющего большое практическое значение. Накопление пигмента сопровождается существенными изменениями в клетках микроводоросли на уровне их морфологии, ультраструктуры и метаболизма. Данное состояние клеток известно как *гематоциста*, или покоящаяся клетка. Переход к нему индуцируется переносом культуры *H. pluvialis* в неблагоприятные условия (такие как яркий свет и/или дефицит минерального питания).

В работе исследовались особенности протекания первичных процессов фотосинтеза *H. pluvialis* SCCAP K-0084 при переходе в состояние гематоцисты. Для индукции образования гематоцист брали клетки экспоненциальной фазы роста (культипвируемые на минеральной среде BG-11 при освещенности белым светом 60 мкмоль квантов ФАР/м^2/с), переносили в среду BG-11$_0$, не содержащую источников азота (нитратов) и инкубировали при высокой освещенности (480 мкмоль квантов ФАР/м^2/с). Исследование функционирования фотосинтетического аппарата проводили путем анализа быстрой фазы индукционной кривой флуоресценции хлорофилла *a* и оценки вклада процессов нефотохимического тушения возбужденных состояний хлорофилла при адаптации к свету. Для описания формы полученных индукционных кривых флуоресценции использовали следующие параметры: максимальный фотохимический квантовый выход ФСII (Fv/Fm), дающий информацию о максимально возможном количестве энергии света, которую способна использовать клетка для протекания ассимиляционных процессов, и число оборотов первичного хинонного акцептора ($N(Q_A)$), отражающее интенсивность транспорта электронов в электронно-транспортной цепи (ЭТЦ) хлоропластов.

При индукции формирования гематоцист происходило монотонное падение Fv/Fm и абсолютных значений интенсивности флуоресценции хлорофилла (вследствие его деградации). Однако при этом переход сопровождался кратковременным (около 50 часов) резким ростом $N(Q_A)$ (с 500±50 при росте в нормальных условиях до 800±70 при индукции перехода), из чего можно сделать вывод о более интенсивной работе ЭТЦ пластид. Для данного периода была характерна активация процессов нефотохимического тушения флуоресценции хлорофилла (оцениваемого при помощи параметра NPQ=(Fm – Fm')/Fm', где Fm и Fm'— интенсивность флуоресценции хлорофилла при действии насыщающей вспышки света (3000 мкмоль ФАР/м^2/с) после темновой адаптации и после адаптации к актиничному свету (800 мкмоль ФАР/м^2/с) соответственно). NPQ возрастал с 0.15±0.05 до 0.6±0.05. Более длительное культивирование клеток при неблагоприятных условиях приводило к постепенному снижению NPQ и $N(Q_A)$ до нулевых значений, что может свидетельствовать о прекращении функционирования фотосинтетического аппарата.Можно думать, что наблюдаемый при стрессе кратковременный рост фотосинтетической активности необходим для обеспечения энергией клеток при перестройке метаболизма в начальной фазе образования гематоцист. В этот период энергозависимые механизмы, такие как нефотохимическое тушение, вносят существенный вклад в защиту клеток от фотоповреждения. У сформированных гематоцист *H. pluvialis* вклад NPQ снижается, и функция защиты от фотоповреждения переходит к фотопротекторным механизмам, менее зависимым от постоянного притока энергии, таким как экранирование избыточного света астаксантином.

Челебиева Э.С., Минюк Г.С., Чубчикова И.Н.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», 299011 г. Севастополь, просп. Нахимова, 2
elina.chelebieva@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ВТОРИЧНОГО КАРОТИНОГЕНЕЗА У ЗЕЛЁНОЙ МИКРОВОДОРОСЛИ *PSEUDOSPONGIOCOCCUM PROTOCOCCOIDES* GROMOV & MAMKAEVA 1974

Работа выполнена в рамках исследований по скринингу зелёных микроводорослей как потенциальных источников высокоценных природных кетокаротиноидов (ККар). Объектом исследования служила зелёная микроводоросль *Pseudospongiococcum protococcoides* Gromov & Mamkaeva 1974, полученная из коллекции культур водорослей Биологического Института Санкт-Петербургского университета (штамм CALU-221). С момента первого описания Б.В. Громовым и К.А. Мамкаевой в 1974 г. и по настоящее время вид остается единственным представителем рода *Pseudospongiococcum*. Штамм отсутствует в других мировых альгологических коллекциях. Оранжево-красная окраска стареющих агаризованных культур и данные предварительного эксперимента показали, что вид характеризуется выраженной способностью к вторичному каротиногенезу (ВКРГ) (Чубчикова и др., 2009). В связи с этим, основными задачами работы были верификация таксономического статуса *P. protococcoides* в системе зелёных водорослей и исследование физиолого-биохимических характеристик микроводоросли в условиях экспериментально индуцированного ВКРГ.

Исследование морфометрических характеристик штамма CALU-221 показало, что его морфотип соответствует авторскому первоописанию (Громов, Мамкаева, 1974). Молодые эллипсоидные клетки (длина 6-12 мкм, ширина 4-8 мкм) с возрастом приобретали сферическую форму (диаметр 12-19 мкм). Большинство клеток имели толстую клеточную оболочку, с двойным контуром, один, реже два пиреноида, губчатый или сетчатый хлоропласт. Молекулярно-генетический анализ нуклеотидной последовательности 18S рРНК показал, что генотип *P. protococcoides* уникален и не идентичен ни одному из секвенированных видов водорослей, представленных в базе данных NCBI. Во всех вариантах филогенетических деревьев штамм CALU-221 попадал в группу близких клад, соответствующих семейству *Scenedesmaceae*, а в её пределах – в кладу «*Coelastrella*».

Для исследования физиолого-биохимических характеристик водоросль выращивали по схеме двухстадийной накопительной культуры (Минюк и др., 2010). Индукцию ВКРГ в контроле осуществляли путём создания острого дефицита питания и 20-кратного положительного градиента освещённости, в опытном варианте дополнительно вносили 0,05 М ацетата натрия (NaAc). Характерной особенностью стресс-реакции *P. protococcoides* являлось активное деление и увеличение численности клеток ~ в 3 раза в контроле к концу «красной» стадии. В присутствии NaAc

отмечена существенная гибель клеток. Средний объём зрелых спор превышал объём вегетативных клеток в 1,8-2,2 раза (268 мкм^3 в контроле и 338 мкм^3 в присутствии ацетата, соответственно). Содержание суммарных каротиноидов (Кар) в клетках водоросли не только не увеличилось, но даже уменьшилось вследствие превышения скорости деградации первичных каротиноидов над скоростью биосинтеза ККар. Средняя продуктивность культур *P. protococcoides* по Кар составила 0,06 - 0,07 мг·л$^{-1}$·сут$^{-1}$, причем стимулирующего влияния ацетата на накопление вторичных Кар, отмеченного у других сценедесмальных видов, не выявлено. Фракционный состав каротиноидов характеризовался полным набором интермедиатов биосинтеза астаксантина (АСТ), из них около 50 % от Кар составила сумма всех форм АСТ, 12-17 % приходилось на кантаксантин. Специфической чертой *P. protococcoides* является высокое содержание (23,6-31,8 % от Кар) свободных форм астаксантина и адониксантина. Значительная доля первичных ксантофиллов (17,2-21,6 % от Кар) в составе Кар может указывать на то, что процесс ВКРГ в клетках не завершен.

Черепанова Т.А., Горбачева Т.Т.

ФГБУН Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, 184209 Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Академгородок, д. 14а
mamahoma@inbox.ru

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СТОКА РАСТВОРЕННОГО ЖЕЛЕЗА С ПОЧВ ВОДОСБОРА БЕЛОГО МОРЯ (ПО ДАННЫМ ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

Одной из основных особенностей донных отложений Белого моря, в частности, акватории Кандалакшского залива, является образование железо-марганцевых конкреций (Розанов и др., 2006), способствующих сорбции широкого ряда элементов-загрязнителей. Исходя из того факта, что речной сток является источником поступления большинства элементов в море, и более 70% Fe может переноситься речными водами в соединении с растворимыми формами гумуса, не вызывает сомнения необходимость исследования поступления Fe с почв территории водосбора. Реки водосбора Белого моря имеют преимущественно снеговое питание, и в период снеготаяния почвы исследуемого региона находятся в промерзшем состоянии, а их основной слой на протяжении

практически всего этого периода остается водонепроницаемым (Система…, 2010). Отсюда наиболее актуальным вопросом является сток с самого верхнего (подстилочного) слоя почв. Целью данной работы являлось изучение многолетней динамики стока Fe с почвенными водами по результатам ежегодных наблюдений (1999-2012 гг) на 11 мониторинговых площадках сети ИППЭС, попадающих на территорию водосбора Белого моря со стороны Кольского полуострова. Принцип устройства применяемых при мониторинге гравитационных лизиметров конструкции Д. Дерома (Derome et al., 1991) рассчитан на отбор преимущественно свободной почвенной влаги, а, значит, позволяет судить о динамике миграционноспособных форм Fe, в том числе попадающих в речной сток.

Мониторинговая сеть ИППЭС приурочена к территориям, занятым сосновыми и еловыми лесами разного уровня их техногенной сукцессии (типы состояния лесов: условно-фоновые, дефолиирующие, техногенное редколесье, техногенная пустошь). По схеме мониторинговых исследований отбор проб проводится ежемесячно в течение вегетационного периода. Нами использованы результаты анализа проб, отобранных после периода снеготаяния (в начале июня). Общее содержание растворимых форм железа в почвенных водах определялось атомно-абсорбционным методом после отделения взвешенных частиц на бумажном фильтре «синяя лента» (диаметр пор 1.5-2 мкм). Массовый поток растворимых форм Fe в период снеготаяния (г/га) рассчитывался исходя из концентрации Fe (мг/л) в подстилочных водах, объема лизиметрических вод (мл) и площади воронки-приемника лизиметрической установки ($м^2$).

В период снеготаяния массовые потоки Fe на фоновых территориях слабо варьировали по годам и составляли в среднем 70 ± 12 г/га (n=49). В дефолиирующих лесах межгодовая изменчивость массовых потоков Fe выше фоновой: на стадии интенсивной дефолиации - 146 ± 14 г/га (n=26), а при переходе в стадию затухающей дефолиации отмечено снижение до уровня 105 ± 14 г/га (n=64). Снижение биопродуктивности в периоды интенсивного индустриального развития территории Кольского полуострова в 80-90х годах способствовало резкому снижению массовых потоков органического вещества (ОВ) с территорий водосбора, занятых техногенными редколесьями. Как следствие, это выразилось в снижении стока растворимых форм Fe, тесно связанных с миграцией ОВ, - до 19 ±.2 г/га (n=82). В условиях выраженного снижения техногенной нагрузки с конца 90х за счет

снижения объемов промышленного производства и совершенствования технологий отмечена стабилизация стока Fe с почв сильно трансформированных экосистем, что может быть признано позитивной тенденцией. Однако негативной тенденцией является пролонгированный характер деградации слабо трансформированных экосистем водосбора Белого моря, выражающейся в повышении на них стока растворимых форм Fe после снижения нагрузки.

Черепанова Т.А.

ФГБУН Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, 184209 Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Академгородок, д. 14а
mamahoma@inbox.ru

ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Высокий уровень развития промышленного производства на водосборе Белого моря со стороны Мурманской области предусматривает мультикомпонентность состава загрязняющих веществ, поступающих с ее территории. Учитывая тот факт, что 54.1% площади региона попадает на территорию водосбора (Система Белого моря, 2012), особое значение приобретает прогноз характера распределения растворенного вещества в устьевых зонах многочисленных малых рек Кандалакшского и Терского берегов.

Целью данной работы являлась оценка характера распределения (*консервативный, биогенный, литогенный*) ряда элементов, значительно расширенного по сравнению с контрольным перечнем ФГБУ «Мурманское УГМС». Исследования проводились в точке, удаленной от единственного контрольного поста УГМС в Кандалакшском порту более чем на 100 км. Координаты точки отбора морских вод 66.37'26.93"N $34^0$19'19,53"E, 5 км от устья реки Умба (площадь водосбора 6250 км^2, среднегодовой приток в море 2.54 км^3, диапазоны колебания водного стока 2.05-3.24 км^3 в год) (Филатов, 2007). Бассейн реки в настоящее время испытывает влияние сточных вод рудника «Умбозеро» ООО «Ловозерский ГОК» и через систему рек и озер – карьерных вод рудника «Восточный» АО «Апатит». Выбор контрольной точки акватории Белого моря соответствовал ГОСТ 17.1.3.08-82, отбор проб – ГОСТ 17.1.5.05-85 (батометром Молчанова с борта катера). Ежемесячно на

протяжении всего летнего сезона 2014 г. нами осуществлялся отбор вод поверхностного слоя (на глубине 1 м). По соотношению между главными ионами беломорская вода близка к океанской (Алекин, Ляхин, 1984), что подтвердило сопоставление наших аналитических данных и результатов расчета по закону Дитмара.

При проведении оценки мы основывались на том положении, что характер распределения элементов в океане раскрывается через отношение их средних концентраций в океанской (C_1) и речной (C_2) воде, а именно: *консервативный* тип - $C_1 > C_2$; *биогенный* - $C_1 \approx C_2$; *литогенный* - $C_1 < C_2$ (Корж, 1991). Определение показателя C_1 проводилось на масс-спектрометре ELAN-9000 с индуктивно-связанной плазмой и динамической реакционной системой (методика ЦВ 3.18.05-2005). В качестве C_2 мы применяли нормативы качества (ПДК) воды объектов рыбохозяйственного назначения (Приказ…, 2010), к которым р. Умба относится. Превышение ПДК по таким параметрам, как Fe, Cu, Mn, Al, ХПК, отмечается в реке в отдельные периоды (Качество поверхностных вод…, 2010).

Полученные нами типы распределения элементов в исследованной зоне: *консервативный* – Fe, Cu, Li, Be, Ti, Se, Mo; *биогенный* – Mn, Ni, As, Te, Zn; *литогенный* – Si, Cr, Co, Cd, Ba, Pb, Al. По многим элементам (Ni, Li, Mo, As, Zn, Co, Pb, Al) типы распределения совпадают с распределением элементов в океанской воде, приведенном в работе Коржа (1991), ставшей классической. Однако такие элементы, как Si, Cr, Cd, Ba, отнесенные упомянутым автором к биогенным, в нашем случае попадают в разряд литогенных. По мнению В.В. Гордеева, в мелководном Белом море с активным гидрологическим режимом нет необходимых условий для формирования существующих в глубоком океане закономерных связей между растворенными металлами и элементами биогенной группы (Система Белого моря, 2012). Возможность смены типа поведения элементов с консервативного на неконсервативный на начальных стадиях смешения малых водотоков Белого моря с морской водой подтверждается материалами обзорной статьи Савенко и др. (2011). В дальнейших наших планах изучение процессов десорбции растворенных форм с взвесей в устьевой зоне р. Умба, способствующих перераспределению форм.

Черепанова Т.А.

ФГБУН Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, 184209 Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Академгородок, д. 14а
mamahoma@inbox.ru

СХОДИМОСТЬ АНАЛИТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД БЕЛОГО МОРЯ С РАСЧЕТНЫМИ ПО ЗАКОНУ ДИТМАРА

В зонах смешения речных и морских вод происходит формирование маргинального фильтра (МФ), что существенно уменьшает антропогенную нагрузку на морские экосистемы. Абиогенная (терригенная) часть МФ включает в себя три стадии, с том числе физико-химическую (или свежеобразованных сорбентов) (Гордеев, 2012). При физико-химическом моделировании (ФХМ) процессов указанной стадии производят отдельные расчеты по речным и морским водам, а затем составляют модель смешения этих вод. Такой подход успешно опробован сотрудниками Тихоокеанского океанологического института при применении программного комплекса (ПК) «Селектор» (Савченко и др., 2008; 2009). Возможности указанного ПК использованы ранее сотрудниками ИППЭС для моделирования взаимодействия природных и геотехногенных систем (Мазухина, Сандимиров, 1998, 2002, 2003, 2005). И в том, и в другом случае моделируются процессы перераспределения форм нахождения элементов, а также выпадения твердых фаз при смешении вод, резко отличающихся по минерализации. При проведении ФХМ морских вод в качестве входных параметров модели используются аналитические данные по основному гидрохимическому составу. В перечень показателей входят K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}. Однако в случае длительности экспедиций и необходимости транспортировки проб на расстояние более 250 км существенными для ФХМ являются выбор схемы химического анализа основных элементов и оценка возможности замены части данных на расчетные. В данной работе исследования проводились в 5 км от устья реки Умба (акватория Кандалакшского залива Белого моря). Координаты точки отбора морских вод 66.37'26.93"N $34^0$19'19,53"E. Выбор контрольной точки акватории Белого моря соответствовал ГОСТ 17.1.3.08-82, отбор проб – ГОСТ 17.1.5.05-85 (батометром Молчанова с борта катера).

Целью данной работы являлась оценка сходимости аналитических данных по основному ионному составу и расчетных

данных, полученных на основе результатов анализа содержания Na. Ежемесячно на протяжении всего летнего сезона 2014 г. нами осуществлялся отбор вод поверхностного слоя (на глубине 1 м). Для сопоставления проводился анализ проб методом атомно-эмиссионной (K, Na) и атомно-абсорбционой (Ca, Mg) спектрометрии, а также ионообменной хроматографии (Cl^-, SO_4^{2-}). Основанием для сопоставления являлся широко известный в океанологии закон Дитмара. Его основной постулат: «*В воде открытого океана независимо от абсолютной концентрации количественные соотношения между главными компонентами основного солевого состава всегда постоянны*». Соленость Белого моря вблизи берегов не более 24 ‰, а в устьевых зонах падает до 20 ‰, но по соотношению между главными ионами беломорская вода близка к океанской (Алекин, Ляхин, 1984). Коэффициенты пересчета компонентов основного ионного состава на хлорность были взяты из упомянутого источника. Проводился обратный расчет хлорности по содержанию Na, принятому за ключевой параметр, а затем на основе полученных результатов по хлорности - расчет остальных параметров.

Проведенная оценка показала приемлемую сходимость расчетных и аналитических данных: различие по Cl^- не превышало 10 %, K – 9 %, Ca – 23 %, Mg – 16 %, SO_4^{2-} – 15%, что в целом укладывается в пределы допустимой погрешности применяемых методов анализа. Наиболее обнадеживающие результаты сходимости аналитических и расчетных данных (различие в 1-6%) получены в сентябрьский отбор, когда, вероятно, снижается влияние речного стока. Полученные результаты подтвердили возможность ограничения анализа основного состава вод анализом содержания натрия. Для дальнейшего ФХМ проведены расчеты основного ионного состава морских вод в зонах впадения существенно отличающихся по минерализации рек Кандалакшского и Терского берегов в Белое море.

Човган О.В., Малавенда С.С.

ФГБОУ ВПО «Мурманский Государственный технический университет», 183017, г. Мурманск, ул. Спортивная д.13,
polar.night@yandex.ru

РОЛЬ МАКРОФИТОВ КАК СУБСТРАТА В ФОРМИРОВАНИИ ЭПИБЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ ЛИТОРАЛИ ГУБЫ ЧУПА БЕЛОГО МОРЯ

Бентосные организмы, безусловно, оказывают значительное влияние на формирование продуктивности вод, круговорот биогенных веществ, а также на общее изменение условий среды. В силу доступности и информативности эпибионты являются удобными мониторинговыми объектами исследования.

Цель работы – исследование структуры и особенностей распределения эпибентосных сообществ на литоральных макрофитах бухт Круглая и Левая губы Чупа Белого моря.

Работу осуществляли на базе ББС «Картеш» ФГБУН ЗИН РАН в июне-июле 2013-2014 гг. Сбор материала проводили в бухтах Левая и Круглая губы Чупа Белого моря методом вертикальных трансект (рамка 25х25см). В ходе камеральной обработки проб измеряли массу и определяли видовой состав зообентоса и макрофитов. Рассчитали биомассу и численность водорослей и беспозвоночных.

Высокая биомасса *Ascophyllum nodosum* на литорали бухты Круглая определяет видовой состав беспозвоночных в сторону уменьшения количества видов, поскольку данная водоросль, вероятно, является неблагоприятным субстратом для большинства эпибионтов в связи с особенностями морфологии таллома. Так, в 2014 г. в бухте Круглая отмечено 12 видов эпибентоса, в бухте Левая – 15, аналогичная закономерность прослеживалась в 2013 г.

Снижение биомассы эпибионтов от кута к устью в бухте Левая обусловлено наличием доминирующей на верхнем горизонте *Pelvetia caniculata*, которая в силу своей морфологии не может обеспечивать организмы достаточным количеством влаги во время отлива.

Наибольшая численность и биомасса беспозвоночных наблюдается в бухте Левая, где доминант фитоценоза – *Fucus vesiculosus*, который является благоприятным субстратом для обитания большинства литоральных животных.

Таким образом, для эпибентосных организмов главную роль при выборе субстрата играет не видовая принадлежность водорослей, а их морфофизиологические особенности таллома. *Ascophyllum nodosum* имеет гладкий и скользкий таллом, подходящий малому числу видов, способных закрепляться, *Pelvetia caniculata* произрастает на верхних горизонтах литорали и во время осушения не способна предоставить беспозвоночным достаточное количество влаги в связи с малыми размерами таллома.

Шабан М.С.

Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), г. Санкт-Петербург, проспект Малоохтинский, 98, Россия
metallmary@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ЗНАЧЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В МАЛЫХ РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕРАХ О. ВАЛААМ (ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО)

Температурный режим оказывает существенное влияние на динамику гидрохимических показателей в озерах. Температура воды в значительной степени определяет интенсивность протекания всех процессов в водоемах. Работы проводились на территории Природного парка Валаамский архипелаг, расположенного в северной глубоководной части Ладожского озера. Здесь находится 11 разнотипных озер, девять из которых изолированы от Ладожского озера и расположены в лесных массивах, это озерки с площадью от 0,3 до 2,8 га. При проведенных ранее исследованиях была разработана классификация, которая позволила выделить три класса озер на основе их термической стратификации. В качестве важного показателя был использован Δt , т.е. разность температур в поверхностном и придонном горизонтах в каждой точке отбора проб. Несмотря на небольшие площади, для большинства озер в летний период характерна выраженная стратификация, причем два из них были отнесены к термически глубоководным водоемам (среднемноголетнее значение Δt за летний период – 17 $^{\circ}$C).

Основной задачей данного исследования было проведение сравнительного анализа вертикального распределения исследованных гидрохимических параметров и их межгодовой изменчивости в озерах различных классов. Для этого был подробно проанализирован массив данных по основным гидрохимическим параметрам и температуре воды для трех озер, относящихся к разным классам за период июнь – сентябрь 2013 и 2014 гг. В анализ включены данные по мониторинговым станциям, расположенным в точках с максимальными глубинами озер.

Выбранные для анализа годы существенно различались по метеорологическим условиям. 2013 г. характеризовался экстремально низкими температурами в летний период (до 7 °С), средние температуры воздуха в июне и июле отличались от среднемноголетних значений на 4 – 6 °С. Значения температуры в теплый период 2014 г. были близки к среднемноголетним.

Данные по гидрохимическим параметрам были преобразованы методом главных компонент. Исходная матрица представляла собой набор из абсолютных значений гидрохимических параметров в поверхностных горизонтах и их градиентов за конкретный период наблюдений. Первая компонента была интерпретирована как различия значений гидрохимических параметров в поверхностных горизонтах (40% общей изменчивости). Основные различия между озерами определили значения pH, электропроводности, перманганатной окисляемости и газовый режим. По этой компоненте отделилось оз. Германовское, водоем переходного болота, для которого были характерны низкие значения pH (4,9 – 5,5) и электропроводности (27,3 – 46 μS/см) и высокое содержание органического вещества (19,2 – 40,1 мгО/л) в поверхностных горизонтах. Вторая компонента была интерпретирована как влияние температурной стратификации (30 % изменчивости). По ней отделилось оз. Черное с высокими значениями вертикальных градиентов всех параметров от оз. Крестовое с незначительными различиями в значениях параметров между поверхностью и дном. Для термически глубоководного оз. Черное (ΔT 5,6 – 20,3 °C) характерны вертикальные градиенты содержания растворенного O_2 (до 95% насыщения), а содержание CO_2 на дне было больше чем на поверхности в 15 – 26 раз. Оз. Крестовое характеризовалось значительно меньшими значениями температурных градиентов (ΔT 5,0 – 12,0 °C).

Анализ показал, что наряду с влиянием структуры водосбора температурная стратификация оказывала существенное влияние на распределение гидрохимических параметров в озерах. В условиях стабильного гиполимниона возникает дефицит кислорода и происходит накопление различных веществ. Межгодовые различия исследуемых параметров были незначительными, а значения параметров не входят за диапазоны, выявленные в ходе многолетних исследований.

Шамбарова Ю.В[1]., Стёпочкин И.Е[2]., Захарков С.П[1].

[1]ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, 690041, г. Владивосток, ул. Балтийская 43, *shambarova@poi.dvo.ru.*
[2]ФБОУВПО Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского, 690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, д.50а.

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ ПО СПУТНИКОВЫМ И «IN-SITU» ДАННЫМ

Оценка величин первичной продукции (ПП), одного из основных компонентов экосистемы, является важной задачей современной науки. С одной стороны, образование органического вещества – первого звена трофической цепи – формирует условия для допустимого извлечения морских биоресурсов, необходимых в жизнедеятельности человека. С другой стороны, продуктивность океанов связана с распределением углекислого газа между атмосферой и гидросферой и, следовательно, влиянием парникового эффекта атмосферы на климат.

Растущий интерес к количественной роли океанов в глобальной климатической системе побудило к разработке различных моделей первичной продуктивности. При помощи спутниковых моделей для определения ПП стало возможным наблюдение за пространственно-временной изменчивостью величин ПП в океанических масштабах: от межгодовой к десятилетней изменчивости, и от региональной до глобальной изменчивости параметра. Это главное преимущество спутниковых моделей перед in-situ методами определения и оценки ПП. У глобальных спутниковых моделей есть недостатки, которые связаны с ошибками оценки первичной продукции. Ошибки определяются несовершенствами моделей расчета. Некоторые из этих ошибок возможно разрешить разработкой региональных алгоритмов.

Оценки ПП имеют решающее значение для понимания многих важных океанических процессов, поэтому крайне важно проводить проверку производительности различных спутниковых моделей ПП, а также выяснять преимущества и недостатки в изучаемой акватории. С этой целью авторами была рассмотрена стандартная модель VGPM, основанная на спутниковых данных. Была проведена проверка VGPM модели, сравнение оценок ПП, полученных по модели, с величинами ПП, измеренными in-situ, и ряд других

процедур для выявления недостатков спутниковой модели, в изучаемой акватории.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ 14-05-31219 мол-а, практическая часть работы выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ 15-35-21032 мол-а-вед.

1. Behrenfeld M. J., Falkowski P. G. Photosynthetic rates derived from satellite-based chlorophyll concentration // Limnology and Oceanography. 1997.Т. 42. №. 1. С. 1-20.
2. Сорокин Ю.И. Первичная продукция в Охотском море // Комплексные исследования экосистемы Охотского моря,- М.: Изд-во ВНИРО, 1997. С. 103-110.
3. Кобленц-Мишке О.И. Экстрактный и безэкстрактный методы определения фотосинтетических пигментов в пробе. // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М.: Наука, 1983. С. 114-125.
*4. З*ахарков С.П., Шамбарова Ю.В., Гордейчук Т.Н., Стоник И.В., Штрайхерт Е.А. Возможность использования данных зонда SBE для калибровки спутниковых данных концентрации хлорофилла- А в Японском море // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). - 2014. - Т. 177. С. 209-218.
5. Sathyendranath S. Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group. – 2000. – P. 1-145.

Шокуров М.В., Германкова Н.Ю.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Морской гидрофизический институт РАН». ул. Капитанская, 2, г. Севастополь, 2299011, Россия. Тел/факс: +7 8692 54 52 41

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БРИЗОВОГО ГРАВИТАЦИОННОГО ТЕЧЕНИЯ С СИНОПТИЧЕСКИМ ВЕТРОМ

Гравитационные, или плотностные течения вызываются горизонтальными градиентами плотности. Этот вид течений является одним из элементов бризовой циркуляции и многих других геофизических явлений [1]. Исследования структуры и динамики гравитационных течений проводятся с помощью лабораторных [2] и натурных экспериментов [3], аналитических теорий[4, 5], численных экспериментов [6, 7]. Для понимания структуры и динамики гравитационного течения важным вопросом является влияние на

него фонового потока. В зависимости от силы и направления фонового потока может произойти усиление или ослабление течения. Изменение силы течения влияет на вертикальный подъём перед фронтом и на образование конвективных облаков при условии достаточного содержания влаги.

В данной работе для исследования использовалась двумерная модель сжимаемой атмосферы [8]. Гравитационное течение распространялось в нейтральное окружение из ограниченного объёма холодного воздуха, в котором поддерживалась постоянная температура. Выполнено численное моделирование распространения гравитационного течения при наличии однородного потока в окружающей атмосфере. Рассмотрено влияние скорости и направления фонового потока на структуру и динамику гравитационного течения. Показано, что высота головы гравитационного течения при наличии встречного ветра увеличивается, а при наличии попутного – уменьшается. Определена зависимость скорости фронта гравитационного течения от скорости фонового ветра. Полученные результаты согласуются с результатами существующих исследований [3, 9].

1. Haase S.P., Smith R.K. The numerical simulation of atmospheric gravity currents. Part I: Neutrally-stable environments // Geophys. and Astrophys. Fluid Dyn. – 1989. – Vol. 46, issue 1 – 2. – P. 1 – 33.

2. Rottman J.W., Simpson J.E. Gravity currents produced by instantaneous releases of a heavy fluid in a rectangular channel // J. Fluid Mech. – 1983. – Vol. 135. – P. 95 – 110.

3. Atkins N.T., Wakimoto R. M. Influence of the Synoptic-Scale Flow on Sea Breezes Observed during CaPE //J. Mon. Wea. Rev. – 1997. – Vol. 125. – P. 2112 – 2130.

4. Benjamin T.B. Gravity currents and related phenomena // J. Fluid Mech. – 1968. – Vol. 31, issue 02. – P. 209 – 248.

5. Shin. J.O., Dalziel S.B., Linden P.F. Gravity currents produced by lock exchange // J. Fluid Mech. – 2004. – Vol. 521. – P. 1 – 34.

6. Droegemeier K.K., Wilhelmson R.B. Numerical simulation of thunderstorm outflow dynamics. Part I: Outflow sensitivity experiments and turbulence dynamics // J. Atmos. Sci. – 1987. – Vol. 44, issue 8. – P. 1180 – 1210.

7. Klemp J.B., Rotunno R., Skamarock W. C. On the dynamics of gravity currents in a channel // Ibid. – 1994. – Vol. 269. – P. 169 – 198.

8. Dailey P.S., Fovell R.G. Numerical simulation of the interaction between the sea-breeze front and horizontal convective rolls. Part 1:

Offshore ambient flow // J. Mon. Wea. Rev. – 1999. – Vol. 127, issue 5. – P. 858 – 878.

9. Liu C., Moncrieff M. W. A Numerical Study of the Effects of Ambient Flow and Shear On Density Currents //J. Mon. Wea. Rev. – 1996. – Vol. 124. – P. 2282 – 2303.

Шоренко К.И., Давидович О.И., Подунай Ю.А., Давидович Н.А.

ГБУ НОП РК «Карадагский природный заповедник», ул. Науки, 24, Феодосия, пос. Курортное, Республика Крым, Россия, 298188.
k_shorenko@mail.ru

ВНУТРИКЛОНОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *NITZSCHIA VENTRICOSA* KITTON 1873 (BACILLARIOPHYTA), ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ ПРИРОДНОЙ ПОПУЛЯЦИИ КАНАРСКИХ ОСТРОВОВ

Диатомовая водоросль *Nitzschia ventricosa* Kitton описана с побережья Гон-Конга, Рио-де-Жанейро и порта Баия (Бразилия). Типовая местность локализована у побережья Гон-Конга. Вследствие габитуального сходства с *Nitzschia longissima* Breb. (Grunow) рассматривалась как вариация этого вида (Cleve, 1878), затем Ф. Хустедом была понижена в таксономическом статусе до внутривидовой формы, и в некоторых современных работах цитируется как *N. longissima* f. *costata* Husted (Giffen, 1970). В настоящее время вид рассматривается в своем первоначальном таксономическом статусе (http://www.algaebase.org). Известен из Атлантического (южное побережье Бразилии, Канарские острова), Индийского (Бенгальский залив), Тихого океанов (остров Гуадалупе, Мексика; остров Хонсю, залив Абурацубо, Япония; остров Тайвань, Китай), а также Аравийского, Карибского, Адриатического, Ионического и Средиземного морей. Указывается для речной системы Республики Бангладеш. В Чёрном море не обнаружен. Встречается редко, преимущественно в бентосе. Морфологические сведения, указываемые для данного вида, противоречивы. Первоописание не полно (например, отсутствует информация о числе фибул), но наличие рисунка чётко позволяет понять габитуальные отличия *N. ventricosa* от других близких форм. Таким образом, объединение *N. ventricosa* и *N. longissima* базируется не на скудности первоописания, а на широкой трактовке самого вида *N. longissima* (концепция вида *N. longissima* sensu lato, см. Шоренко и др., 2013). По данным А. Витковского, Х. Ланге-Берталота и Д. Метзелтина (Witkowski et al., 2000), основанных на световой

микроскопии (LM), *N. ventricosa* имеет длину до 650,0 мкм и ширину до 20,0 мкм, диапазон числа фибул 3,0-7,0 мкм на 10 мкм, штрихов 26,0-27,0 в 10 мкм. Данные Т. Кавамуры и Р. Хирано (Kawamura, Hirano, 1989), основанные на электронной микроскопии (TEM) и приводимые для тихоокеанской популяции, иные: длина 191,5-272,8 мкм, ширина 7,8-10,8 мкм, фибул 8,0-11,0 на 10 мкм, штрихов 30,0 в 10 мкм. Вопрос внутриклоновой изменчивости у данного вида до настоящего времени не рассматривался. Для прояснения данного вопроса с побережья Канарских островов (остров Ля Гомера), был выделен клон 3.1211-D и осуществлены его промеры. Клон выделялся по стандартной методике в лаборатории водорослей и микробиоты Карадагского природного заповедника. Панцири очищались от органического содержимого упрощённым способом (Рощин, 1994), фотографии были получены при помощи электронно-сканирующего микроскопа (SEM) JEOL JSM-5600 в Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина. Морфометрические показатели клона оценивали по полученным микрофотографиям панцирей при помощи программы ImageJ v.1.45. В результате были получены следующие данные: диапазон длины клона составил 164,0-200,0 мкм, ширина 6,8-10,5 мкм, число фибул 4,7-8,0 в 10 мкм, длина центральной интерфибулы 2,0-3,7 мкм, число штрихов 30,2-33,7 в 10 мкм, ареол 3,3-3,9 в 1 мкм, рёбер 6,6-8,9 в 10 мкм. Средние показатели составили: длина клона 185,5 мкм, ширина 8,3 мкм, длина центральной интерфибулы 2,8 мкм, число штрихов 32,7 в 10 мкм, ареол 3,6 в 1 мкм, рёбер 7,8 в 10 мкм. Необходимо отметить, что показатель длины клеток является не столько видоспецифической характеристикой, сколько отражением жизненного цикла водоросли и регулируется правилом МакДональда-Пфицера. Полученные морфологические данные внутриклоновой изменчивости оказались сопоставимы с диагнозом вида, что ранее было отмечено нами для *Nitzschia rectilonga* Takano (Шоренко и др., 2014). Таким образом, у представителей данного рода диатомовых фенотип регулируется генотипом не строго, а допускает широкие диапазоны варьирования. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-04-90427.

Шоренко К.И., Давидович Н.А., Давидович О.И., Подунай Ю.А.

ГБУ НОП РК «Карадагский природный заповедник», ул. Науки, 24, Феодосия, пос. Курортное, Республика Крым, Россия, 298188.
k_shorenko@mail.ru

ТАКСОНОМИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РОДА *ARDISSONEA* DE NOTARIS (BACILLARIOPHYTA) В ЧЁРНОМ МОРЕ

Таксон *Ardissonea* de Notaris, 1870 был выделен итальянским ботаником Дж. де Нотарисом (годы жизни: 1805-1877), из рода *Synedra* на основании морфологических отличий обнаруженных у *S. robusta* Ralfs ex Pritchard. Впоследствии А. Грунов (Grunow, 1880) по морфологической близости к *A. robusta* переводит в группу *Ardissonia* еще несколько видов – *A. crystallina, A. fulgens, A. superba, A. pulcherrima, A. formosa, A. baculus,* и предлагает повысить её ранг до родовой. В работе Дж. Б. де Тони (de Toni, 1892) род *Ardissonia* самостоятелен и включает 11 видов – *A. baculus, A. cornigera, A. crystallina, A. dalmatica, A. decipiens, A. formosa, A. fulgens, A. pulcherrima, A. robusta, A. superba, A. vanheurckii*. Два из которых (*A. dalmatica, A. baculus*) приведены со знаком вопроса к родовой принадлежности. Для – *A. crystallina* и *A. fulgens* приведены вариации. В современной флористической литературе сохраняется двоякое цитирование этого рода – через окончание *-nea* и *-nia*. На сегодняшний день, по данным интернет-ресурса AlgaeBase (http://www.algaebase.org), первое название является валидным, а вид *A. robusta* (Ralfs ex Pritchard) de Notaris считается типовым видом этого рода. Ван Херк (Van Heurck, 1896) рассматривает данный род в сем. Pseudo-Raphidieae в качестве подрода рода *Synedra* и выделяет 5 видов – *S. robusta, S. baculus, S. crystallina, S. fulgens, S. superba.* Х. Перагалло и М. Перагалло (Peragallo & Peragallo, 1897) также рассматривают данный таксон в качестве подрода рода *Synedra* в сем. Fragilariaceae и выделяют 5 видов *S. robusta, S. pulcherrima, S. crystallina, S. fulgens, S. superba*, за исключением *S. baculus.* Для видов *S. crystallina, S. fulgens* указываются вариации. Традиция цитирования *Ardissonia* в качестве подрода *Synedra* была успешно продолжена (Hustedt, 1933; Прошкина-Лавренко, 1963; Patrick & Reimer, 1966) вплоть до предложения Ф.Ф. Раунда (Round, 1979) повысить ранг данной таксономической категории до родового. В работе Poulin et al. (1986) данное предложение было поддержано. В монографии «The Diatoms. Biology and Morphology of the Genera» (Round et al., 1990) был выделен новый порядок Ardissoneales, на основании морфологического понимания, что внутренняя поверхность створки у *Ardissonea* имеют более сложное строение, чем у *Synedra*. Генетические данные, полученные для некоторых видов рода *Ardissonea* (Medlin et al., 2008), однозначно их относят к группе Mediaphyceae, сближая с представителями родов *Toxarium* и

Climacosphenia. Но по классификации Round, Crawford, Mann (1990) род *Ardissonea* включен в семейство Ardissoneaceae класса Fragillariophyceae, относится к бесшовным диатомовым. По данным интернет-ресурса AlgaeBase род включает 5 видов и ввт, в Чёрном море наиболее распространены три: *A. baculus* (Greg.) Grun., *A. crystallina* (C. Agardh) Grun., *A. fulgens* (Greville) Grunow in Cleve & Grunow (Прошкина-Лавренко, 1963; Рябушко, 2006). При этом первый вид в пробах чаще обнаруживается на черноморском побережье Кавказа, а второй у берегов Крыма. Биологические особенности и репродукция видов *Ardissonea* неизвестна. Таким образом, данный род нуждается в ревизии, устранении возникших противоречий и прояснении своего таксономического положения в общей системе диатомовых водорослей. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №15-04-00237 А.

Щурова Е.С., Станичный С.В.

ФГБУН Морской гидрофизический институт, г. Севастополь,
ул. Капитанская 2 *shchurova88@gmail.com*

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ СИВАША И АЗОВСКОГО МОРЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

После комплексных исследований проведенных в середине 20ого века, (Курнаков Н.С., Шустов Б.С., Понизовский А., Стащук М.Ф. и др.), на протяжении последних сорока лет залив Сиваш практически не изучался, отсутствует система мониторинга современного состояния залива. Особенно актуально это сейчас ввиду того, что Сиваш стал, в том числе и политической границей, что ограничило доступ к данным гидрометеостанции в Геническе. Поэтому дистанционные методы в исследовании залива Сиваш, отчасти решая проблему доступности, дают возможность оценить пространственное и временное состояние различных характеристик его акватории.

В данной работе рассматривается температурный режим Южного Сиваша в сопоставлении с температурным режимом Юго-западной части Азовского моря. Для этого использовалась спутниковая информация, полученная сканером MODIS (Giovanni), а именно среднемесячные температуры с 2001 по 2013 год для заданных районов, проведен анализ сезонной и межгодовой изменчивости температуры поверхности воды залива Сиваш.

Анализ межгодовой динамики температуры воды за весь рассматриваемый период (2001-2013гг.) показали высокую изменчивость. Были выделены наиболее теплый год (2010) и наиболее холодные (2006, 2008, 2012) годы, когда зимние температуры поверхности воды в Сиваше опускались ниже нуля, как следствие при этом наблюдался ледовый покров в Восточном Сиваше, первичные формы льда в Центральном Сиваше, Западный Сиваш и некоторые гиперсоленые районы не замерзали, по причине высокой солености более 100‰)

Сопоставляя температурный режим залива Сиваш с Азовским морем, мы наблюдали разницу температур в 2°-2,5° во время весеннего прогрева (март, апрель, май) и до 1° во время осеннего похолодания (ноябрь, декабрь). Это связано с небольшими глубинами залива Сиваш, а, следовательно, с более быстрым прогревом и остыванием, в летние же месяцы поля температуры становились более однородными. Температура поверхности воды в марте за период с 2001- 2013гг менялась в диапазоне от 0°до 8°, в ноябре - от 6°-14°.

Таким образом, с помощью спутниковых данных проанализированы поля температуры для Южного Сиваша и Юго-западной части Азовского моря, выделены наиболее теплые и холодные годы, сделаны выводы о разнице во внутригодовой изменчивости температуры поверхности воды. Полученные результаты стали отправной точкой в изучении ледового режима залива Сиваш.

Юрченко В.В., Морозов А.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН 152742
Россия, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок, д. 109,
viksapiksa@gmail.com

РЕАКЦИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В ПЕЧЕНИ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* L. НА ДЕЙСТВИЕ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ БИФЕНИЛОВ, ПОСТУПАЮЩИХ С КОРМОМ

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) представляют собой класс карбоциклических галогенированных соединений и являются одними из самых распространённых антропогенных загрязнителей. В настоящее время производство этих соединений прекращено, но из-за устойчивости в окружающей среде и способности к

биоаккумуляции ПХБ до сих пор циркулируют в экосистемах в высоких концентрациях.

В условиях воздействия на организм ксенобиотиков основу биохимических механизмов адаптации составляет процесс их детоксикации. Этот процесс обеспечивается взаимосвязанными действиями компонентов систем биотрансформации ксенобиотиков и антиоксидантной защиты.

В настоящей работе представлены результаты экспериментального исследования влияния на организм леща ПХБ, поступающих с кормом. Изучены следующие показатели: активность этоксирезоруфин-О-деэтилазы, глутатион-S-трансферазы, супероксиддисмутазы и каталазы, а также содержание диеновых конъюгатов и малонового диальдегида. Измерения проводили спектрофото- и флюориметрическими методами.

Опытная группа рыб получала корм с добавлением коммерческой смеси ПХБ – препарата Aroclor 1254 – в номинальной концентрации 2 мг/кг массы один раз в день в течение 14 суток. Данное количество ксенобиотика было выбрано на основании имеющихся литературных данных: близкие концентрации ПХБ были обнаружены в кормовых объектах леща в природной среде.

Установлено, что доза ПХБ равная 2 мг/кг корма при времени экспозиции 14 суток вызывает усиление соответствующих приспособительных реакций: индукцию ферментов биотрансформации ксенобиотиков и антиоксидантных ферментов. Однако использованная концентрация ПХБ и выбранная длительность его воздействия не вызывает необратимых физиологических перестроек в организме леща. Вероятно, при данном режиме экспозиции организм рыб способен ослаблять воздействие ксенобиотика и сдерживать деструктивные процессы на стабильном невысоком уровне.

СОДЕРЖАНИЕ

Аблязов Э.Р. **17**
Морфометрическая характеристика эндемичных пресноводных видов родов пескари *Gobio* (Cuvier, 1816) и быстрянки (Alburnoides Jeitteles, 1816) семейства карповых (Cyprinidae) Крымского полуострова
Абрамова А.С., Гуров К.И., Зарайская Ю.А, Кубова В.В, Лапенков А.Е., Морозова Е.А., Соловьёва О.В., Тихонова Е.А., Хурматова Г.И., Шершнёва Е.А. **18**
Характеристика макрозообентоса восточной части Ругозерской губы в районе острова Высокий (Кандалакшский залив Белого моря)
Авсиян А.Л. **20**
Влияние температуры на динамику темновой потери биомассы микроводорослей
Аганесова Л.О. **22**
Размножение и развитие копепод *Arctodiaptomus salinus* и *Calanipeda aquaedulcis* при питании микроводорослью *Isochrysis galbana*
Багаев А.В., Мизюк А.И. **24**
Численное моделирование транспорта микропластика в Балтийском море
Барабанщиков Ю.А., Семкин П.Ю., Тищенко П.Я. **25**
Биогеохимические условия месторождения лечебных грязей в бухте Воевода (Амурский залив, Японское море)
Басько Ю.В **26**
Состояние и уровень развития зообентоса Цимлянского водохранилища за период 2004 – 2014 гг.
Беловодова О.С. **28**
К вопросу об обеспечении природных процессов в береговой линии при развитии морского природопользования
Бондарев В.А., Самотой Ю.В. **30**
Миграции и внутривидовая дифференциация проходной черноморско-азовской сельди *Alosa pontica* (Eichvald) у юго-западного побережья Крыма
Борисовская А.А. **31**
Видовой состав поселений карасей (Carassius Jarocki, 1822) водоёмов Крыма (предварительные данные)
Валуйская Д.А., Ильин Г.В., Касаткина Н.Е., Усягина И.С. **31**
Современное радиоактивное загрязнение наземных экосистем Кольского полуострова

Витер Т. В., Алемов С. В. **34**
Сообщества макрозообентоса в районе Арабатской стрелки (Азовское море)
Водясова Е.А. **36**
Применение дискриминантных классифицирующих уравнений для определения черноморского и азовского подвидов европейского анчоуса *Engraulis encrasicolus*
Войкина А.В., Бугаев Л.А. **38**
Воздействие пестицидов на гидробионтов различных трофических уровней пресноводной экосистемы
Гавриленко Г. Г.,Здоровеннова Г. Э., Здоровеннов Р.Э., Пальшин, Н.И. Ефремова Т.В. Тержевик А.Ю. **40**
Особенности кислородного режима мелководного озера на этапе весенне-летнего нагревания
Гармашов А.В., Коровушкин А.И., Толокнов Ю.Н. **42**
Гидрометеорологический мониторинг на стационарной океанографической платформе в 2011-2015 гг.
Герасимова Е.А. **43**
Центрохелидные солнечники (Centrohelida, Hacrobia) в экосистемах соленых континентальных водоемов России
Глобина Л.В. **45**
Особенности распределения коэффициента турбулентной диффузии для верхнего стратифицированного слоя океана.
Голубовская Н.С., Малавенда С.С., Халаман В.В. **46**
Сообщества обрастания, формирующиеся на световых и темновых поверхностях экспериментального субстрата в губе Чупа Белого моря
Горбунова С.Ю., Лукьянов В.А. **48**
Потенциальная продуктивность микроводоросли *Chlorella vulgaris* на темно-серых лесных почвах центрального черноземья
Григорьева А.С., Кравец П.П. **49**
Структура литоральных поселений Semibalanus balanoides Кольского залива Баренцева моря и губы Чупа Белого моря
Данцюк Н.В., Минюк Г.С., Дробецкая И.В., Чубчикова И.Н. **50**
Получение экспериментальных образцов БАД из зелёной микроводоросли *Haematococcus pluvialis* (Chlorophyceae) и определение гарантийных сроков их хранения
Димова М.Д., Мадьярова Е.В., Гурков А.Н., Лубяга Ю.А., Верещагина К.П., Аксенов – Грибанов Д.В., Адельшин Р.В., Тимофеев М.А. **52**
Выявление ДНК микроспоридий в гемолимфе шести

эндемичных байкальских амфипод и одного палеарктического вида *Gammarus lacustris*

Дмитриева Е.С., Храмцова А.М., Широков Д.А. **54**

Эколого-токсикологические исследования каскада прудов Усадьбы «Степановское»

Дорошенко Ю. В., Гирич Т. Е. **55**

Микробиологическая характеристика Голубой бухты в рекреационный период

Доценко С.Ф., Базыкина А.Ю. **57**

Нелинейные эффекты при распространении длинных волн в морских каналах

Дробосюк Н.С **58**

Исследование рекреационного ландшафта в районе пляжа «Любимовка» (Севастополь)

Евстигнеева Н.А. **60**

Расчет гидрофизических полей на северо-западном шельфе Черного моря в октябре 2010 года с использованием данных по температуре и солености

Ершова А.А., Морева О.Ю., Чупаков А.В., Климов С.И., Неверова Н.В. **61**

Содержание биогенных элементов на участке дельты и приустьевого взморья реки Северная Двина

Ефимова Т. В., Чурилова Т. Я., Муханов В.С., Манжос Л.А. **63**

Вариабельность фотосинтетических характеристик фитопланктона в прибрежных водах Севастополя

Железнова С. Н., Харчук И.А. **65**

Изменение биохимического состава диатомовой водоросли *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimann et Lewin при обезвоживании

Жондарева Я.Д., Горбунова С.Ю. **66**

Сточные воды кролеферм как источник биогенных элементов для роста *Arthrospira platensis* (Nordst.) *Geitler*

Жук Е.В., Халиулин А.Х., Годин Е.А., Ингеров А.В. **68**

Он-лайн доступ к данным Банка океанографических данных (БОД) МГИ

Заволокин А.В. **69**

Пищевая обеспеченность тихоокеанских лососей в период морского и океанического нагула

Золотарева Г.В., Кузьмина В.В., Шептицкий В.А., Филипенко С.И. **70**

Характеристика пищеварительных гидролаз раб разных видов и их объектов питания из Кучурганского водохранилища

Игнатов Е.И., Прыгунова И.Л., Новиков А. А, Пышкин В.Б. **72**
Стратегические подходы к прибрежно-морскому природопользованию Крыма и Севастополя
Калачев А.В., Юрченко О.В. **73**
Роль автофагии в уменьшении размеров вспомогательных клеток морских ежей в ходе гаметогенеза
Калинская Д.В. **75**
Исследование свойств аэрозолей над Чёрным морем во время события пылевой бури 2015 года
Климова Я.С. **77**
Показатели состояния оксидативного стресса у пресноводных двустворчатых моллюсков *Dreissena. polymorpha u D. bugensis* на участках Рыбинского водохранилища с различной степенью антропогенной нагрузки
Ковалёв Е. А., Фроленко Л. Н. **78**
Зообентос прибрежной зоны северо-восточной части Чёрного моря
Ковалёва И.В. **79**
Сезонная динамика первичной продукции в Черном море в 1998-2004 гг.
Ковалёва М. А. **81**
Стадии размножения *Petricola lithophaga* (Retzius, 1788) (Mollusca: Bivalvia) в Чёрном море
Ковалёва М. А. **82**
Гонадный индекс в качестве индикатора условий окружающей среды на примере двустворчатого моллюска *Petricola lithophaga* (Retzius, 1788)
Комаревцева Т.Н. **84**
Влияние на ихтиофауну смены водной экосистемы.
Конькова А.В. **85**
Паразитофауна молоди леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) в Северном Каспии
Кошелева С.И. **87**
Кольская АЭС и новые обитатели озера Имандра: что изменилось год спустя?
Кулиш А.В., Галкин В.В. **90**
Ихтиофауна реки Бурульча.
Кухарева Т.А. **92**
Темпы эритропоэза и число аномальных эритроцитов в крови бычка-кругляка
Лазарчук И. П. **93**
Адаптация модели морской экосистемы к динамическим

процессам СЗШ ЧМ
Лаптий А. Ю., Ковалева М. К. **95**
Влияние условий культивирования на формирование эпигентотипов культур микроводорослей Dunaliella viridis Teod. **96**
Лелеков А.С.
Моделирование экспоненциальной фазы роста накопительной культуры *Arthrospira platensis* в закрытой по углероду системе. **98**
Лукьянова А.Н., Пластун Т.В., Багаев А.В., Маркова Н.В.
Исследование глубинной циркуляции Черного моря по модельным расчетам и архивным данным **99**
Макаров М. В., Бондаренко Л. В., Копий В. Г.
Макрозообентос в зарослях водорослей *Cystoseira crinita* Duby, 1830 вдоль Южного берега Крыма (Чёрное море)
Макрищева Н. В. **101**
Сравнение активности ихтиофауны в осенний и летний периоды в 2014 и 2015 годах в реке Фарс и Кужорском водохранилище в окрестностях ст. Кужорской
Малавенда С.В., Шавыкин А.А. **103**
Макрофитобентос Кольского залива Баренцева моря: современное состояние и уязвимость от нефтяных разливов
Малавенда С.С., Малавенда С.В., Митяев М.В., Герасимова М. В. **104**
Динамика литоральных экосистем: абразия и первичная сукцессия
Малахова Т.В., Евтушенко Д.Б., Баяндина Ю.С. **106**
Струйные метановые газовыделения: метод регистрации и компьютерного анализа пузырьковой разгрузки дна
Мансурова И.М. **107**
Рост динофитовых водорослей на разных источниках азота
Мингазова Н.М. **109**
Концепция и методические подходы экологической реабилитации водных экосистем (на примере России и Абхазии)
Миронов О.А. **111**
Зарослевые сообщества макрофитов, как индикаторы нефтяного загрязнения прибрежных акваторий Севастополя
Мирошниченко Е.С., Москвина М.И. **112**
Цианобактерии перифитона литорали Кольского залива Баренцева моря
Морозов А.А., Юрченко В.В. **114**
Сезонная изменчивость параметров антиоксидантной

системы печени леща *Abramis brama* L.

Новикова Т.М. **115**

Управление биохимическим составом микроводорослей.

Пахомов М.В. **116**

Результаты исследования цветового зрения настоящих тюленей Баренцева моря

Пашкова И. С., Евстигнеев М. П. **118**

Анализ взаимодействия противоопухолевого антибиотика доксорубицина с фуллереном C_{60}

Пилипчук В.А., Домнин Д.А. Карманов К.В. **119**

Оценка уровня концентрации соединений питательных элементов в водосборном бассейне реки Преголя по результатам мониторинга 2014-2015 гг.

Подунай Ю.А., Давидович О.И., Давидович Н.А. **121**

Некоторые экологические характеристики *Ardissonea crystallina* (Bacillariophyta), обитающей в б. Казачья (г. Севастополь)

Подзорова Д. В. **122**

Hydroides dianthus (Annelida: Serpulidae) в биотопе камней Севастопольской бухты (Черное море)

Поляхов В.С. **123**

Особенности нерестовой этологии голубой тиляпии (лат. Oreochromis Aureus) при содержании в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ)

Поповичев В.Н., Рылькова О.А., Гулин С.Б., Стецюк А.П., Родионова Н.Ю., Бабич И.И., Бобко Н.И., Богданова Т.А., Проскурнин В.Ю. **125**

Биогенные свойства и эвтрофикационный потенциал глубинной воды из сероводородной зоны Черного моря по материалам экспериментов 2014 – 2015 гг.

Поповичев В.Н., Попов М.А., Стецюк А.П., Плотицына О.В., Родионова Н.Ю., Бабич И.И., Бобко Н.И., Богданова Т.А., Царина Т.В. **126**

Ртуть, первичная продукция и гидрохимические параметры в системе экологического мониторинга поверхностного слоя акваторий Балаклавской бухты и залива Мегало-Яло (Черное море) в период 2012 – 2015 гг.

Поповичев В.Н., Ерёмин О.Ю., Стецюк А.П., Плотицына О.В., Родионова Н.Ю., Царина Т.В., Бобко Н.И., Богданова Т.А. **128**

Продукционные, гидрохимические и токсикологические (по ртути) параметры проб морской прибрежной воды и соляных озёр северо-западной части Крыма в системе экологического

мониторинга 2010 – 2014 гг.
Поповичев В.Н., Егоров В.Н., Бабич И.И., Родионова Н.Ю., Бобко Н.И., Богданова Т.А. 129
Первично-продукционные, альгологические и гидрохимические характеристики поверхностного слоя прибрежной морской акватории на реперной станции вблизи Карантинной бухты г. Севастополя за период 2014 – 2015 гг.
Поромов А. А. 131
QSAR моделирование для прогноза риска химического загрязнения морских экосистем
Прищепа Р.Е. 133
К анализу фенотипического разнообразия бычка-песочника (*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)) Азовского моря
Проскурнин В.Ю., Терещенко Н.Н., Чужикова-Проскурнина О.Д., Гулин С.Б. 135
Изотопы плутония в глубоководных донных отложениях Чёрного моря
Прыгунов Г.М., Мысливец В.И. 136
Наблюдения за динамикой прибрежной зоны Большого Севастополя на участке «аэропорт Бельбек - п. Орловка»
Прыгунова И.Л., Игнатов Е.И., Каширина Е.С., Малышев Т.Р. 138
Особенности планирования и проектирования природопользования в прибрежной зоне приморских городов и районов
Прыгунова И.Л., Калиниченко А.В., Шабалина Н.В., Тюфанов С. 140
Приморские рекреационные системы и перспективы их развития на примере Крыма
Рауэн Т. В., Муханов В.С., Ханайченко А.Н. 142
Динамика численности бактерий в культурах микроводорослей *Isochrysis galbana* и *Prorocentrum cordatum* в зависимости от фазы их роста
Ревкова Т.Н. 144
Структура таксоцена свободноживущих нематод в бухте Круглая (Омега) (Черное море)
Родина Е. А. 146
Расчет дозовых нагрузок радионуклида ^{40}К в филлофоре малого и большого полей (Черное море)
Рубакина В.А., Евстигнеев М.П. 148
Исследование эффектов действия ДНК-связывающихся препаратов на проницаемость мембран и функциональное состояние ядер клеток буккального эпителия человека

Рудакова Н.А., Сирота Ю.В. **148**
Комплексная оценка степени загрязнения водной среды Карасунских озер г. Краснодар
Самотой Ю.В. **150**
Внутривидовая динамика половой структуры *Atherina hepsetus* L. (Atherinidae) у юго-западного побережья Крыма
Санникова Н.К.В. **151**
Распространение волн цунами в заливах различного поперечного сечения
Сахарова Е. Г., Корнева Л. Г. **153**
Особенности формирования фитопланктона экотонных зон Рыбинского водохранилища в годы с разным температурным и уровенным режимом
Сахонь Е.Г., Белых О., Бутина Т., Рылькова О.А., Муханов В.С. **154**
Вертикальное распределение и филогенетическое разнообразие пикоцианобактерий Synechococcus в прибрежных и глубоководных районах Чёрного моря
Сендеров М. В., Коротаев Г. К., Мизюк А. И. **155**
Влияние водообмена через Босфор и стока рек на формирование термохалинной структуры Черного моря
Сидоров И. Г., Гулин С. Б., Поповичев В. Н. **156**
Оценка сезонной динамики биогенной седиментации в Севастопольской бухте с использованием ^{234}Th
Синицина В.С. **158**
Структурно-функциональные показатели микроводорослей в условиях их иммобилизации на различных глубинах озера Шира (Хакасия)
Скуратовская Е.Н. **159**
Анализ экологического состояния прибрежных акваторий с помощью биомаркеров рыб
Смирнова М.М., Ежова Е.Е. **161**
Присутствие токсичных метаболитов цианобактерий из группы микроцистинов в Куршском заливе Балтийского моря в 2011 – 2014 гг.
Соловьёва О. В. **163**
Роль биоты морских гидротехнических сооружений при оценке рекреационного потенциала побережья
Сомов А.А. **165**
Изменение структуры эпипелагического нектона в западной части Берингова моря от лета к осени
Стецюк А.П., Плотицына О.В., Поповичев В.Н. **167**
Коэффициенты накопления ртути у разных видов

черноморских макрофитов по результатам мониторинга за период 2011 – 2014 гг.

Строчан Т.П. **168**
Пьезокварцевые биосенсоры для оценки микробиологических показателей морской воды

Тарасова О.Г., Зайцев В.Ф. **170**
Современное состояние бентофауны и оценка качества воды основного русла и водотоков дельты реки Волги

Тихонова Е. А., Шалыгина А. С. **172**
Экологическое состояние бухты Круглой (Чёрное море) в 2015 году

Тищенко П.П., Семкин П.Ю. **174**
Сезонная гипоксия Амурского залива в условиях функционирования системы даунвеллинг/апвеллинг

Федоровская Н. К., Ничкова Л. А. **175**
Сохранение биоресурсов морей при эксплуатации энергоустановок морских судов и сооружений

Фисак Е.М., Кравец П.П. **177**
Распределение и структура макрозообентоса литорали бухты Круглая губы Чупа Белого моря

Хачетурова К. С., Кравец П. П. **178**
Структура поселений и рост *Mytilus edulis* L. на литорали Баренцева и Белого морей

Цесь Ю.В., Кустикова М.А. **179**
Разработка технологии очистки сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий с помощью биофлокулянтов на основе избыточного активного ила

Цыбулевская М.В. **181**
К вопросу о половой структуре популяции Rapana thomasiana Crosse (Mollusca, Gastropoda) в Черном море у берегов Абхазии

Цыганова М.В. **182**
Характерные масштабы гидрофронта в районе стока Дуная на Северо-западном шельфе Черного моря

Чеканов К. А.
Первичные процессы фотосинтеза в клетках микроводоросли Haematococcus pluvialis (Chlorophyceae) при переходе в состояние гематоцисты **184**

Челебиева Э.С., Минюк Г.С., Чубчикова И.Н.
Особенности вторичного каротиногенеза у зелёной микроводоросли *Pseudospongiococcum protococcoides* Gromov & Mamkaeva 1974 **185**

Черепанова Т.А., Горбачева Т.Т.
Многолетняя динамика стока растворенного железа с почв водосбора Белого моря (по данным лизиметрических исследований) **187**

Черепанова Т.А. **189**
Характер распределения элементов на примере береговой зоны Кандалакшского залива Белого моря

Черепанова Т.А. **191**
Сходимость аналитических данных химического состава вод Белого моря с расчетными по закону Дитмара

Човган О.В., Малавенда С.С. **192**
Роль макрофитов как субстрата в формировании эпибентосных сообществ литорали губы Чупа Белого моря

Шабан М.С. **194**
Влияние температурного режима на значения гидрохимических параметров в малых разнотипных озерах о. Валаам (Ладожское озеро)

Шамбарова Ю.В., Стёпочкин И.Е., Захарков С.П. **196**
Первичная продукция северо-западной части Японского моря по спутниковым и «in-situ» данным

Шокуров М.В., Германкова Н.Ю. **197**
Взаимодействие бризового гравитационного течения с синоптическим ветром

Шоренко К.И., Давидович О.И., Подунай Ю.А., Давидович Н.А. **199**
Внутриклоновая изменчивость *Nitzschia ventricosa* Kitton 1873 (Bacillariophyta), полученной из природной популяции Канарских островов

Шоренко К.И., Давидович Н.А., Давидович О.И., Подунай Ю.А. **200**
Таксономия и распространение рода *Ardissonea* de Notaris (Bacillariophyta) в Чёрном море

Щурова Е.С., Станичный С.В. **202**
Пространственная и временная изменчивость поля температуры поверхности воды Сиваша и Азовского моря с использованием спутниковых данных

Юрченко В.В., Морозов А.А. **203**
Реакция биохимических маркеров в печени леща *Abramis brama* L. на действие полихлорированных бифенилов, поступающих с кормом

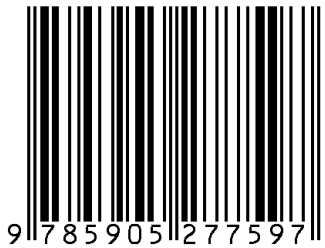
Печатается по постановлению Ученого совета ФГБУН ИМБИ имени А.О. Ковалевского РАН, протокол № 4 от 22.09.2015 года.

«Pontus Euxinus 2015» : тезисы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых (с международным участием) по проблемам водных экосистем, посвященной 100-летию со дня рождения д.б.н., проф., чл.-кор. АН УССР В. Н. Грезе (17-20 ноября 2015 г.).

Издательство «АНАЛИТИКА РОДИС»
142400, Московская обл., г. Ногинск, ул. Рогожская, д.7
Тел. 8 (495) 210 0554, 8 (915) 056 9894.

Сдано в набор 10.11.2015 г. Подписано в печать 11.11.2015 г. Формат 60×84/16.
Цифровая печать. Усл. печ. л. 6,5. Усл. кр.-отт. 7,0. Уч. издат. л. 7,0.
Бумага офсетная. Тираж 150 экз. Заказ 15.

Отпечатано в типографии ИП Бондаренко Н.Ю. ИНН 920100017340
299038 г. Севастополь , пр-т Октябрьской революции, 32.



THE SOCIETY OF JUNIOR RESEARCHERS
THE A.O. KOVALEVSKY INSTITUTE
OF MARINE BIOLOGICAL RESEARCH OF RAS

СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
ФГБУН «Институт морских
биологических исследований
имени А.О. Ковалевского РАН»

Nakhimov av.2, Sevastopol, Russia, 299011
пр. Нахимова 2, Севастополь, Россия, 299011
e-mail: ibss@inbox.ru
http://imbr-ras.ru