

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Камчатский государственный технический университет»

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,
ОХРАНА, ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы
VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(22–24 марта 2016 г.)*

Часть I

Петропавловск-Камчатский
2016

УДК 504
ББК 20.1
П77

Ответственный за выпуск

В.И. Карпенко,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

К.В. Алтухов, к.т.н.; Л.Н. Саушкина, к.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.;
М.В. Ефимова, к.б.н.; Л.М. Хорошман, к.г.н.;
Н.А. Ступникова, к.б.н., А.А. Марченко

П77

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (22–24 марта 2016 г.) : в 2 ч. / отв. за вып. В.И. Карпенко. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2016. –188 с.

ISBN 978-5-328-00349-0

ISBN 978-5-328-00350-6 (ч.1)

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояния запасов природных ресурсов и их преобразования в продукты потребления и жизнеобеспечения человека. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений и сотрудники организаций, осуществляющих деятельность в области рационального природопользования.

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

УДК 504
ББК 20.1

ISBN 978-5-328-00350-6 (ч. 1)
ISBN 978-5-328-00349-0

© КамчатГТУ, 2016
© Авторы, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Благонравова М.В., Гончарова Н.А. Использование растительного сырья в технологии производства сушеного кальмара	6
Благонравова М.В., Кузьмина А.Э. Обоснование целесообразности использования ягод Камчатского края в технологии производства карамели.....	9
Благонравова М.В., Петунина Д.И. Перспективы использования ягод облепихи в технологии производства печенья.....	14
Ефимов А.А., Ефимова М.В., Хен Д.В., Арчбисова А.С. Исследование влияния углекислоты на микробиологические показатели филе трески мороженого	18
Ефимова М.В., Ефимов А.А., Алёшин А.В., Сутягин В.В. Обоснование применения дикоросов в технологии формованных кулинарных изделий на основе рыбного фарша.....	22
Ефимова М.В., Крылова И.В., Крылова А.А., Леонова Т.Н. Обоснование технологии макаронных изделий с красными водорослями	28
Зенина А.П., Ефимова М.В., Ефимов А.А. Использование морских водорослей в технологии мучных кондитерских изделий	34
Мищенко О.В., Салтанова Н.С. Влияние водорослевого отвара на технологические характеристики дрожжевого теста и качество изделий из него.....	40
Мищенко О.В., Солодухина Н.И. Перспективы использования фукусовых водорослей в технологии хлебопекарных изделий	45
Свирейко Н.Е. Состояние и проблемы развития рынка рыбных товаров в республике Беларусь	48
Чмыхалова В.Б., Малакян Т.Р. Обоснование рецептуры мучных восточных сладостей с лесными ягодами	52

Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА, ОТРАСЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ РЫБОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА, ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Борисовец Е.Э., Соколенко Д.А. Характеристика поселений двух видов рода <i>Serripes</i> (<i>Bivalvia</i> , <i>Cardiidae</i>) в заливе Петра Великого (Японское море)	56
Будникова Л.Л., Седова Л.Г., Шевченко Г.Г. Размерно-половой состав скоплений и весовой рост мизид <i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i> (<i>Crustacea</i> : <i>Mysidacea</i>) в заливе Петра Великого (Японское море)	60
Булатова Т.В., Ванюшин Г.П. Температурные условия Баренцева моря и прилегающих акваторий как один из предикторов урожайности северо-восточной арктической трески в возрасте 3+	63
Введенская Т.Л., Дышлевая А.А. Особенности питания смолтов нерки озера Азабачье	68
Введенская Т.Л., Шатрова А.В. Дифференциация молоди кижуча озера Большой Вилюй	71

Дегтярева В.А.	
Размерная структура самцов краба-стригуна <i>Chionoecetes opilio</i> в 2005–2015 гг. (летне-осенний период) в северо-западной части Берингова моря	75
Дуленин А.А.	
О применимости визуальных наблюдений для оценки обилия макрофитов на примере сахарины японской западной части Татарского пролива	80
Евсеева Н.В.	
Современное состояние ресурсов анфельции тобучинской Сахалино-Курильского региона и перспективы их рационального использования	85
Кулепанов В.Н., Ерышев А.А.	
Состояние зарослей бурой водоросли <i>Saccharina japonica</i> в прибрежье Приморья	89
Макаров В.В.	
Постановка задачи вывода безразмерных параметров при погружении сетной стенки кошелькового невода	92
Марковцев В.Г.	
Состояние и перспективы лососеводства на Дальнем Востоке в современных экономических условиях	96
Марченко А.А., Труднев С.Ю.	
Испытания асинхронных электродвигателей под нагрузкой в реальных условиях	101
Марченко А.А., Труднев С.Ю.	
Определение параметров напряжения электродвигателя 4А132М4 под нагрузкой	105
Недоступ А.А., Ражев А.О.	
Математическое моделирование садка индустриальной аквакультуры при трехмерной постановке задачи	109
Недоступ А.А., Ражев А.О.	
Математическое моделирование ставной сети на основе дискретной модели в динамике	113
Осипов Е.В.	
Вектор управления развития рыбохозяйственной отрасли в России	119
Полин А.А., Пашков А.Н.	
Результаты сравнительного анализа основных биологических показателей производителей горбуши (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>) из двух рек западной Камчатки	122
Седова Л.Г., Будникова Л.Л., Шевченко Г.Г.	
Размерно-половой состав скоплений и биологические особенности <i>Neomysis mirabilis</i> (Crustacea: Mysidacea) в заливе Петра Великого (Японское море)	126
Седова Н.А., Григорьев С.С., Андронов П.Ю.	
Распределение личинок креветок в северо-западной части Берингова моря в 2010 г.	130
Сержанова С.А., Ремизова Н.П.	
Таксономический состав и численность мейобентоса зарослей макрофитов прибрежной зоны Новороссийской бухты в летний период 2014 года	135
Скворцов Д.И.	
Особенности изменения видового разнообразия рыб центрального Предкавказья и прилегающих горных территорий	139
Сулейменова Г.Ж.	
Современное состояние и перспективы развития рыбного хозяйства в Казахстане (на примере Кызылординской области)	143
Токранов А.М., Орлов А.М., Мухаметов И.Н.	
Размерно-возрастная структура белобрюхого получешуйника <i>Hemilepidotus jordani</i> (Cottidae) в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов в конце XX – начале XXI веков	147
Труднев С.Ю., Марченко А.А.	
Оценка неисправности подшипникового узла судового электропривода компрессорной установки методом анализа электрических параметров рабочей машины	152
Труднев С.Ю., Марченко А.А.	
Оценка неисправности подшипникового узла судового электропривода компрессорной установки	156

Ульченко В.А.	
Особенности сезонного распределения демерсальных рыб юго-восточной Камчатки и тихоокеанского побережья северных Курильских островов в зависимости от циркуляции вод	160
Федотов П.А.	
Распределение, состояние запасов и некоторые биологические характеристики краба-стригуна <i>Chionoecetes bairdi</i> в северо-западной части Берингова моря в период 2005–2015 гг.	165
Федотов П.А., Соколов А.С.	
Особенности биологии и распределения глубоководных крабов-стригунов <i>Chionoecetes angulatus</i> и <i>Ch. tanneri</i> в северо-западной части Берингова моря в 2005–2015 гг.	170
Царева В.А., Ванюшин Г.П., Кружалов М.Ю., Сапунова Е.В.	
Особенности зимнего обитания азиатской горбуши на основе анализа температурных условий в реперной зоне (СЗТО) по спутниковым данным в 2001–2015 гг.	175
Чалиенко М.О., Калинина М.В.	
Некоторые особенности размножения палевого морского ежа (<i>Strongylocentrotus pallidus</i>) в заливе Петра Великого (Японское море)	179
Шевченко Г.Г., Седова Л.Г., Будникова Л.Л.	
Размерно-половой состав скоплений и весовой рост мизид <i>Neomysis awatschensis</i> (Crustacea: Mysidacea) в заливе Петра Великого (Японское море)	184
Швецов В.А., Шунькин Д.В., Белавина О.А.	
Обоснование необходимости подготовки операторов для контроля режима работы систем электрохимической защиты от коррозии стальных корпусов судов и кораблей	187

Секция 1. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

УДК 664.956:639.4

М.В. Благодравова, Н.А. Гончарова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: mblagonravova@mail.ru*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СУШЕНОГО КАЛЬМАРА

В статье приведены данные о пищевой ценности мяса кальмара. Обоснована целесообразность использования растительного сырья для сбалансирования пищевого состава продукта. Приведены основные задачи дальнейших исследований по разработке технологии сушеного кальмара с растительными добавками.

Ключевые слова: пищевая ценность, кальмар, калорийность, химический состав, витамины, минералы.

M.V. Blagonravova, N.A. Goncharova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: mblagonravova@mail.ru*

USING VEGETABLE MATTER IN PRODUCTION TECHNOLOGY OF DRIED SQUID

The data on food value of squid meat are given in the article. Using vegetable matter for balancing the nutrition tab is justified. Basic tasks for further studies to develop the technology of dried squid with plant additives are described.

Key words: food value, squid, calorie content, chemical composition, vitamins, minerals.

Одним из популярных у потребителя видов рыбной продукции является сушеная. Производство сушеной продукции широко распространено на рыбообрабатывающих предприятиях Дальнего Востока и, в частности, Камчатки.

В связи с выходом на международный рынок, вступлением России в ВТО, значительными переменами в структуре потребительского рынка пищевых продуктов в России, повышением уровня жизни в нашей стране в последние годы резко увеличился спрос на деликатесные дорогостоящие продукты, в том числе сушеные. Это определило необходимость совершенствования существующих технологий производства сушеных продуктов, разработки новых технологий, обеспечивающих максимальное сохранение потребительских свойств, пищевой ценности при увеличении сроков годности, расширения ассортимента [1–8].

Большое внимание уделяется рациональному и комплексному использованию сырья. Наряду с указанными основополагающими задачами совершенствования обработки морепродуктов серьезное влияние на ее развитие оказывают утвердившиеся в обществе взгляды на «здоровую» пищу, требующие ограничить применение искусственных добавок, уменьшить содержание соли, предъявляющие особые требования к режиму и способу обработки морепродуктов. В последние годы повышается культура питания населения, многие принимают для себя установку на здоровое питание, использование натуральных продуктов, без консервантов.

Традиционно сушеную продукцию готовят из камбалы, корюшки, мойвы, минтая, кальмара, осьминога и других гидробионтов. Одним из любимых потребителями видов сушеной продукции является сушеный кальмар. Мясо кальмара низкокалорийное – энергетическая ценность 100 г составляет всего 100 ккал [9]. Содержание некоторых пищевых веществ на 100 г сырого мяса кальмара приведено в таблице 1.

Таблица 1

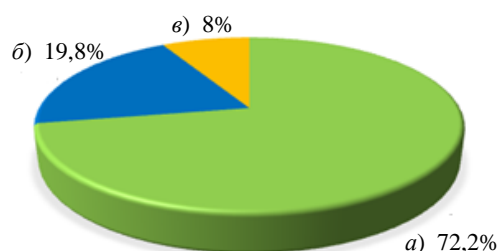
Пищевая ценность мяса кальмара

Нутриент	Содержание в 100 г сырого мяса	Нутриент	Содержание в 100 г сырого мяса
Белки	18 г	Вода	76,4 г
Липиды	2,2 г	Насыщенные жирные кислоты	0,5 г
Углеводы	2 г	Минеральные вещества	1,4 г

Диаграмма энергетического баланса мяса кальмара представлена на рисунке. Как известно, диаграмма энергетического баланса показывает соотношение веществ в продукте, исходя из их вклада в калорийность данного продукта.

Как видно из рисунка, кальмар является высокобелковым продуктом – вклад белка в энергетическую ценность мяса составляет до 72%.

Также кальмар содержит значительное количество витаминов группы В, витамины Е, РР (табл. 2, 3) [10].



Энергетический баланс мяса кальмара:
а) – белки; б) – жиры; в) – углеводы

Таблица 2

Содержание витаминов в мясе кальмара

Витамин	Содержание в 100 г сырого мяса	% от суточной потребности
Витамин РР (никотиновая кислота)	2,5 мг	13
Витамин В ₁ (тиамин)	0,18 мг	12
Витамин В ₂ (рибофлавин)	0,09 мг	5
Витамин В ₆ (пиридоксин)	0,2 мг	9
Витамин В ₉ (фолиевая кислота)	11 мкг	3
Витамин С (аскорбиновая кислота)	1,5 мг	2
Витамин Е (токоферол)	2,2 мг	15

Таблица 3

Содержание макро- и микроэлементов в мясе кальмара

Элемент	Содержание в 100 г сырого мяса	% от суточной потребности
Макроэлементы		
Кальций	40 мг	4
Магний	90 мг	23
Натрий	110 мг	8
Калий	280 мг	11
Фосфор	250 мг	31
Микроэлементы		
Железо	1,1 мг	6
Цинк	1,8 мг	15
Медь	1500 мкг	150
Марганец	0,17 мг	9
Молибден	20 мкг	29
Кобальт	95 мкг	950

Несмотря на столь богато представленный в составе мяса кальмара набор белков, витаминов, макро- и микроэлементов, необходимо отметить низкое содержание некоторых веществ. В частности содержание витамина С составляет только 2% от суточной потребности (1,5 мг на 100 г мяса). Вероятно, компенсировать этот недостаток возможно внесением в сушеную продукцию из кальмара растительного сырья, обладающего высоким содержанием этого витамина. Это

позволит создать продукт с более сбалансированным витаминным составом, а внесение растительного сырья с антиокислительными свойствами поможет, вероятно, снизить содержание соли в продукте, сделав сушеный кальмар более "здоровой" пищей.

В соответствии с вышеизложенным, разработка технологии, обеспечивающей производство сушеной продукции из кальмара с применением растительных добавок, повышающих пищевую ценность продукта, не снижающих качество и уровень безопасности готовой продукции, оказывающих антиокислительное воздействие, является актуальным направлением исследования.

Следовательно, разработка технологии сушеного кальмара с растительными добавками является актуальным направлением исследований в области пищевых технологий. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести литературный анализ современных способов производства сушеной продукции и используемых при этом компонентов.
2. Изучить научные основы и практические способы повышения сроков годности сушеной продукции.
3. Изучить научные основы и практические способы предотвращения и устранения пороков сушеной продукции.
4. Обосновать актуальность темы исследований. Обосновать цель и задачи исследований.
5. Обосновать методы исследований. Определить примерный план проведения экспериментальной части.
6. Изучить процесс посола и обезвоживания кальмара.
7. Исследовать влияние различных факторов на скорость просаливания и обезвоживания.
8. Исследовать антиокислительные свойства растительных добавок. Исследовать влияние растительных компонентов на изменение показателей качества продукции (органолептических, химических) и показателей безопасности при хранении.
9. Разработать технологию сушеной продукции из кальмара с использованием растительных добавок.
10. Определить сроки годности готового продукта.
11. Разработать техническую документацию на новый вид продукции.

Литература

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ № 717 от 14.07.2012 г. – URL: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/412981/>
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ № 120 от 30.01.2010 г. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12072719/>
3. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 г. [Электронный ресурс]: Утв. Правительством РФ № 1853п-П8 от 24 апреля 2012 г. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70068244/>
4. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: Постановление Правительства Российской Федерации № 1873-р от 25 октября 2010 г. – М., 2010. – 5 с.
5. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.government.ru/media/2012/4/26/49762/file/559_pril.doc.
6. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2020 г от 30 марта 2009 г № 246. [Электронный ресурс]. – URL: fish-forum.ru/files/112.doc.
7. Стратегия социально-экономического развития Камчатского края до 2025 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosbook.ru/node/27179>.
8. Студенцова Н.А., Мазкин А.В., Киселева К.Н. Стратегия развития рыбной отрасли и рыбопереработки в XXI веке // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2007. – № 1. – С. 5–9.
9. Калорийность Кальмар (мясо). Химический состав и пищевая ценность [Электронный ресурс]. – URL: http://health-diet.ru/base_of_food/sostav/120.php Проверено 15.02.16.
10. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

УДК 664.144:664.856:634.7(571.66)

М.В. Благодравова, А.Э. Кузьмина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: mblagonravova@mail.ru*

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯГОД КАМЧАТСКОГО КРАЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КАРАМЕЛИ

В статье дается характеристика ягод, перспективных при производстве карамели, характеризуется процесс производства карамели, приводятся результаты исследования ассортимента карамели, представленного в торговых предприятиях города, а также социологического исследования заинтересованности потребителей Петропавловска-Камчатского в появлении на прилавках города карамели с соком ягод Камчатского края.

Ключевые слова: сок ягод, карамель, социологические исследования.

M.V. Blagonravova, A.E. Kuzmina

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;
e-mail: mblagonravova@mail.ru*

JUSTIFICATION FOR USING KAMCHATKA BERRIES IN CARAMEL PRODUCTION TECHNOLOGY

The characteristics of berries which are perspective for caramel production, the production process of caramel, study results of the range of caramel in town trade enterprises and also sociological study of Petropavlovsk-Kamchatsky consumer interest in caramel with Kamchatka berry juice are given in the article.

Key words: berry juice, caramel, sociological studies.

Среди сахаристых кондитерских изделий карамель занимает значительный объём и пользуется большим покупательским спросом у всех возрастных групп населения. Карамель является одним из любимых среди потребителей всех возрастов продуктом, но для нее свойственно низкое содержание витаминов и микроэлементов [1]. В современном карамельном производстве массовые виды леденцовой карамели и карамели с жидкими начинками (фруктово-ягодными, молочными, помадными) вырабатывают на механизированных поточных линиях [2–4].

Сырьем для производства карамели являются: сахар-песок и крахмальная патока, а также пищевые кислоты, ароматизаторы (эссенции), красители, фруктово-ягодные полуфабрикаты, молочные продукты, жиры, какао-продукты, орехи и т.п.

Количество рецептов приготовления карамельных изделий постоянно увеличивается за счёт внесения различных добавок, в том числе растительных. Тенденция обогащения продукта различными добавками в пищевой промышленности сохраняется. По литературным данным, в качестве добавок применяются самые различные вещества и продукты и вносятся они с различными целями.

Здоровье нации в целом и каждого человека в частности в значительной степени зависит от рациона питания. В Камчатском крае, как и на других северных территориях, отмечен недостаток витаминов в употребляемых населением продуктах. В таких условиях особое значение приобретают дикорастущие растения, содержащие витамины. Таковыми являются все плодовые и ягодные растения. Дополняя пищевой ассортимент, они оказывают положительное действие на

функционирование жизненно важных систем человеческого организма. В частности, в связи с неблагоприятными экологическими условиями и сложившейся в последние годы структурой питания, для которой свойственно низкое содержание витаминов и микроэлементов, особенно в рационе жителей северных регионов, к которым относится Камчатка, необходима разработка технологий пищевых продуктов, повышающих пищевую ценность продуктов, а также сопротивляемость организма к воздействиям внешней среды. Камчатский край богат природным сырьем, которое можно использовать с целью повышения пищевой и биологической ценности кондитерских изделий. Известным источником биологически активных веществ являются лесные ягоды, в изобилии произрастающие на территории Камчатского края, такие как брусника, голубика, жимолость и др. Лесные ягоды богаты витаминами, ценными питательными веществами, микроэлементами. Из ягод готовят соки, сиропы, кисели, морсы, желе, варенье, начинки для конфет, вина, пищевые красители.

Из плодовых и ягодных растений жители Камчатки широко заготавливаются брусникой, голубикой и жимолостью. В урожайные годы можно собрать значительное количество и других плодов (рябина, боярышник, клюква, княженика, морошка, смородина). Список плодовых и ягодных растений Камчатского края очень широкий: боярышник зелёномякотный, брусника малая, брусника обыкновенная, голубика вулканическая, голубика обыкновенная, жимолость синяя, кедровый стланик, клюква болотная, клюква мелкоплодная, княженика арктическая, красника или клоповка, малина сахалинская, морошка, рябина бузинолистная, рябина сибирская, смородина бледноцветковая, смородина печальная, черёмуха обыкновенная, шикша, шиповник иглистый, шиповник морщинистый, шиповник тупоушковый [5–9].

Рябина бузинолистная распространена по всей Камчатке, в Корякии. Плоды рябины содержат яблочную, лимонную, винную и янтарную кислоты (2,5%), дубильные (0,5%) и пектиновые (0,5%) вещества, сорбозу, глюкозу, фруктозу, сахарозу, сорбит, сорбиновую кислоту, аминокислоты, эфирные масла, соли калия, кальция, магния, натрия, железа, марганца, меди.

Богаты плоды рябины витамином С (до 160 мг%) и каротином (до 56 мг%). Плоды используют в медицине в качестве поливитаминного средства и каротиносодержащего сырья. Флавоноиды, органические кислоты очень полезны для пищеварения. Сорбиновая кислота обладает бактерицидными свойствами, и поэтому ее применяют при консервировании. В семенах рябиновых ягод содержится до 20% жирных масел. Заготавливают рябину в сушеном, мороженом виде. Плоды рябины применяют в свежем и сушеном виде как лечебное и профилактическое средство при цинге и других авитаминозах. Они входят в состав витаминных сборов.

Брусника обыкновенная произрастает по всей Камчатке, включая северные районы. В ягодах брусники имеется ряд важных в биологическом отношении веществ – сахара, органические кислоты, витамины, дубильные вещества. В таблице приведен химический состав ягод брусники. Основную часть сырого веса в процентном отношении составляет вода, которой содержится в ягодах брусники от 83 до 85%. В сухом веществе ягод первое место занимают углеводы, второе – кислоты. Другие вещества содержатся в незначительных количествах. Из сахаров в ягодах брусники найдены глюкоза, фруктоза, сахароза. В количественном отношении преобладают фруктоза и глюкоза. Содержание сахарозы незначительно или она совсем отсутствует. Общее количество сахаров в ягодах брусники увеличивается по мере их созревания почти в 10 раз.

С точки зрения возможного использования ягод брусники в производстве карамели очень интересным является наличие в их составе инвертных сахаров, применяемых при производстве карамели в качестве антикристаллизаторов. В созревших ягодах брусники содержится 0,8–1,0% пектиновых веществ (0,56–0,86 растворимого пектина и 0,17–0,24% протопектина) – эти вещества используются в процессе производства карамели в качестве антикристаллизаторов. С созреванием ягод в них отмечается увеличение количества растворимого пектина. Содержание протопектина увеличивается незначительно, причем определенной закономерности изменения этого показателя не было обнаружено. Содержание арбутина в процессе созревания ягод уменьшается в 3–4 раза (от 1,10–1,61% в зеленых ягодах до 0,29–0,38% в спелых). Аналогично изменяется и содержание дубильных веществ (0,9–1,5% в зеленых ягодах и 0,4–0,6% в созревших). В переспевших ягодах наблюдается некоторое увеличение количества дубильных веществ.

В ягодах брусники Дальнего Востока найдено 2,49% свободных кислот и 0,06% летучих кислот, перегоняющихся с водяным паром. Из органических кислот в ягодах брусники содержатся

лимонная, яблочная, винная, салициловая, борная и бензойная. Лабораторным анализом полностью созревших ягод обнаружено 1,3% лимонной кислоты и 0,3% яблочной кислоты на сырую массу. Винной кислоты найдено 56 мг в 100 см³ брусничного сока.

Таблица

Химический состав ягод брусники

Компонент	Среднее содержание, % сырой массы	Компонент	Среднее содержание, % сырой массы
Вода	83,69	Фруктоза	4,86
Нерастворимые вещества	4,08	Свободные кислоты (в пересчете на яблочную кислоту)	1,98
Растворимые вещества	13,24	Дубильные вещества	0,252
Сахара	8,74	Клетчатка	1,80,
Инвертный сахар	8,20	Азотистые вещества	0,69
Сахароза	0,53	Минеральные вещества	0,26
Глюкоза	3,91	Фосфорная кислота	0,035

Бензойная кислота представляет собой антисептик, сдерживающий процесс брожения в брусничном соке. Количественными анализами содержания бензойной кислоты в ягодах брусники, проводившимися рядом зарубежных и отечественных исследователей, установлено, что содержание ее в брусничном соке составляет 0,067–0,086%, в спелых ягодах 0,05–0,20%. Существенное влияние на количество бензойной кислоты в бруснике оказывают особенности условий произрастания, погодные условия вегетационного периода и ряд других факторов. Бензойная кислота в бруснике находится не только в свободном, но и в связанном состоянии – в виде глюкозида вакциниина, расщепляющегося на глюкозу и бензойную кислоту. Количество свободной бензойной кислоты в ягодах колеблется от 0,054 до 0,144%, а количество вакциниина – от 0,0342 до 0,1244%. В отличие от бензойной кислоты в свободном состоянии вакциниин не обладает антисептическими свойствами.

Оценивая полезные свойства дикорастущих ягод, необходимо заметить, что они не исчерпываются одним наличием абсолютных количеств тех или иных биологически активных веществ. Ценность их возрастает во много раз благодаря тому, что присутствующие в ягодах вещества образуют биохимические комплексы, действующие в одном взаимоусиливающем направлении.

Из биологически активных веществ брусники наибольший интерес представляет группа полифенольных или Р-активных соединений (антоцианы, лейкоантоцианы, катехины), многие из которых обладают Р-витаминной активностью. Кроме полифенолов в ягодах брусники найдены в небольших количествах витамины группы В – 0,03 мг%, Е – 1,0 мг%, провитамин А (каротин) – 0,05–0,10 мг%. В составе ягод брусники имеется небольшое количество минеральных веществ (0,26–0,35% сырой массы): магний, кальций, железо, калий, натрий, фосфор, марганец, кремний. Обнаружены также барий, стронций, свинец, цинк, хром, молибден и ряд других элементов.

Как видно, помимо ряда ценных нутриентов и балластных веществ в плодах рябины и брусники содержатся также вещества, обладающие консервирующими свойствами – сорбиновая кислота в рябине и бензойная кислота в бруснике.

Ягоды *клюквы* содержат 2,16% глюкозы, 1,12% фруктозы, 0,29% сахарозы, 3,27% органических кислот (лимонная, хинная, бензойная), пектины, витамины, минеральные вещества (фосфор, калий, кальций, марганец, железо, кобальт, цинк, медь, серебро, хром).

Особенно ценным набором витаминов обладают ягоды *шикши*.

Витамином С богаты молодые листья, цветки и плоды *шиповника* (в плодах, помимо прочего, содержится много каротиноидов).

Таким образом, приготовление карамели с соком лесных ягод Камчатского края может расширить ассортимент изделий, повысить качество продукции и придать ей полезные свойства, связанные с высоким содержанием в ягодах биологически-активных веществ, витаминов, микроэлементов, что говорит об актуальности разработки технологии леденцовой карамели с соком лесных ягод. Основными задачами дальнейших исследований, направленных на реализацию этой цели, являются следующие:

- провести литературный обзор современных способов производства леденцовой карамели и используемых при этом компонентов;
- изучить пищевую и биологическую ценность лесных ягод Камчатского края;
- изучить научные основы и практические способы применения добавок;
- изучить научные основы и практические способы повышения пищевой и биологической ценности продуктов;
- обосновать актуальность темы исследований; обосновать цель и задачи исследований;
- обосновать методы исследований; определить примерный план проведения экспериментальной части;
- изучить процесс приготовления леденцовой карамели с соком лесных ягод;
- исследовать влияние внесения сока лесных ягод на изменение показателей качества изделий (органолептических, химических) и показателей безопасности при хранении;
- исследовать влияние внесения сока лесных ягод на пищевую и биологическую ценность продукта;
- разработать технологию леденцовой карамели с соком лесных ягод;
- определить сроки годности продукции;
- разработать техническую документацию на новый вид продукции.

С целью обоснования востребованности потребителями карамели с соком ягод Камчатского края авторами был изучен ассортимент карамели, представленный в розничной сети Петропавловска-Камчатского. Результаты исследований приведены на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, доля карамели с соком ягод занимает до 30% от общего ассортимента. Для обоснования целесообразности разработки технологии производства карамели с соком ягод Камчатского края авторами был проведен социологический опрос потребителей. В опросе приняло участие 48 респондентов.

31% от общего количества респондентов заявило, что регулярно покупает карамель. Одним из вопросов анкеты был «Будете ли вы покупать карамель, содержащую натуральный сок ягод Камчатского края?».

Из числа регулярно покупающих карамель, 14 респондентов (87,5%) ответили однозначно положительно на этот вопрос (рис. 2). Еще 2 респондента (12,5%) ответили, что попробовали бы этот продукт. Отрицательных ответов опрос не выявил.

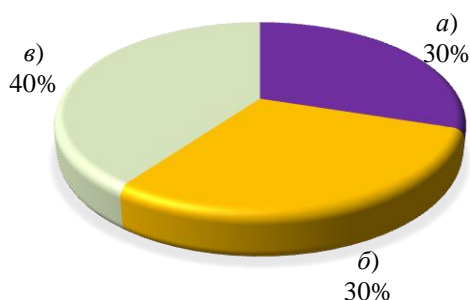


Рис. 1. Ассортимент карамели, представленный в розничной сети г. Петропавловска-Камчатского:
а) – карамель с соком ягод; б) – карамель с добавлением искусственных вкусоароматических добавок и красителей; в) – карамель с начинками

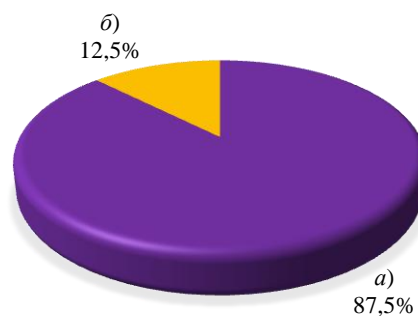


Рис. 2. Распределение ответов респондентов на вопрос анкеты «Будете ли вы покупать карамель, содержащую натуральный сок ягод Камчатского края?»:
а) Да; б) Можно попробовать

Результаты опроса подтверждают актуальность проводимого исследования, направленного на увеличение пищевой ценности карамели, а также обогащение ее витаминами, что очень актуально для районов северного региона. Использование соков ягод Камчатского края позволит также более широко использовать растительные ресурсы Камчатки.

Литература

1. Бутейкис Н.Г., Жукова А.А. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. – М.: ИРПО; Изд. Центр «Академия», 2000. – 302 с.
2. Паушук З.Н., Анет Т.К., Анет И.И. Технология производства хлебобулочных изделий: справочник. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 400 с.

3. *Олейникова А.Я., Магомедов Г.О.* Проектирование кондитерских предприятий. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 416 С.
4. *Павлова Н.С.* Сборник основных рецептур сахаристых кондитерских изделий. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 232 с.
5. *Благодравова М.В.* Сырье и материалы отрасли: Учеб. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – 149 с.
6. *Липищ С.Ю., Ливеровский Ю.А.* Почвенно-ботанические исследования и проблема сельского хозяйства в Центральной части долины реки Камчатки. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – 220 с.
7. *Могильный М.П.* Пищевые и биологически активные вещества в питании. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 240 с.
8. *Пищевая биотехнология: научно-практические решения в АПК: Моногр. / Жаринов А.И., Горлов И.Ф., Нелепов Ю.Н и др.* – М.: Вестник РАСХН, 2007. – 476 с.
9. *Якубов В.В., Чернягина О.А.* Дикорастущие хозяйственно полезные растения Камчатки // Труды Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН. – Вып. 1. – Петропавловск-Камчатский, 2000. – С. 259–279.

УДК 664.681:634.743

М.В. Благодравова, Д.И. Петунина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: mblagonravova@mail.ru*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯГОД ОБЛЕПИХИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧЕНЬЯ

В статье приведены данные о пищевой и биологической ценности ягод облепихи. Обоснована целесообразность использования облепихи для повышения пищевой ценности печенья. Приведены основные задачи дальнейших исследований по разработке технологии печенья с облепихой и программно-целевая модель исследований.

Ключевые слова: облепиха, печенье, пищевая и биологическая ценность.

M.V. Blagonravova, D.I. Petunina

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;
e-mail: mblagonravova@mail.ru*

PROSPECTS FOR USING SEA-BUCKTHORN IN PRODUCTION TECHNOLOGY OF COOKIES

The data on nutrition and biological value of sea-buckthorn berries are provided in the article. Using sea-buckthorn for increasing nutrition value of cookies is justified. Basic tasks for further studies to develop the technology of cookies with sea-buckthorn and the result-oriented model of researches are given.

Key words: sea-buckthorn, cookies, nutrition and biological value.

Мучные кондитерские изделия являются одними из самых важных и любимых среди потребителей всех возрастов компонентами пищевого рациона, но большая их часть отличается низким содержанием витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон.

Существует огромное количество рецептов приготовления мучных кондитерских изделий, в частности печенья, и это количество постоянно растет, в том числе за счет внесения различных добавок. Важным направлением является внесение натуральных растительных добавок. Существующая на настоящий момент устойчивая тенденция в производстве мучных кондитерских изделий, направленная на обогащение пищевых продуктов различными добавками, сохраняется. По литературным данным, в качестве добавок применяются самые разные вещества и продукты и вносятся они с разными целями: фрукты, овощи, ягоды и орехи, вводимые в разной степени готовности – для придания оригинальных вкусоароматических характеристик или обогащения продукта минеральными веществами и витаминами; хитин, целлюлоза, клетчатка и другие полисахариды различного происхождения – для обогащения изделия балластными веществами. Наиболее популярными являются такие добавки растительного происхождения, как изюм, цукаты, джемы и повидла в виде начинок, мак, различные семена и орехи, и многие другие [1–4].

Литературные данные показывают, что как в мировой, так и в отечественной практике производства мучных кондитерских изделий преобладают тенденции, направленные на получение продукта с заданными диетическими свойствами. Следовательно, при разработке новой продукции следует учитывать такие рекомендации диетологов и гигиенистов, как снижение калорийности, обогащение биологическими добавками, включение пищевых компонентов, способствующих нормализации работы желудочно-кишечного тракта, а также выведению различных нежелательных продуктов обмена.

Таким образом, новые мучные кондитерские изделия становятся не только лакомством: они, будучи обогащенными физиологически полезными пищевыми ингредиентами, входят в обширную группу продуктов функционального питания, разработка которых является одной из задач Концепции государственной политики в области здорового питания. Немаловажно и использование информационных технологий для систематизации разработки новых изделий.

Для повышения пищевой ценности продуктов используют добавки, как животного, так и растительного происхождения. Но для научного обоснования технологии мучных кондитерских изделий специального назначения необходимо учитывать такие факторы, как особенности рецептурного состава, наличие минеральных веществ, биохимические преобразования и др. Также не маловажна и природа нетрадиционного компонента.

На Камчатке произрастает уникальная по своему химическому составу садовая ягода – облепиха. Плод облепихи – ягода ярко-оранжевого цвета, шарообразной или чаще вытянутой формы (рис. 1). Ягоды густо расположены на ветке, облепляя ее (отсюда и русское название этого растения). По вкусу плоды облепихи горьковато-кислые, но после заморозков горечь уходит. Плоды облепихи – это естественный поливитаминный концентрат, который в замороженном виде можно хранить до весны [5–10].



Еще в Древней Греции облепиха ценилась как лекарственное растение. Впоследствии об этом полезном растении забыли, и только в последние годы она снова стала популярной в связи с ее высокой пищевой ценностью и лечебными свойствами.

Энергетическая ценность облепихи составляет 82 ккал на 100 г продукта. Пищевая ценность облепихи: содержание белков – 1,2 г, жиров – 5,4 г, углеводов – 5,7 г. Целебные свойства облепихи определяются высоким содержанием в её плодах целого «букета» витаминов, микроэлементов и органических кислот, чрезвычайно важных для профилактики и лечения многих заболеваний.

Рис. 1. Облепиха [11]

В плодах облепихи содержится около 3,5% сахара и много органических кислот (яблочная, винная, щавелевая); много витаминов – С (до 1000 мг%), В₁, В₂, В₃, В₆, В₉, фолиевая кислота (до 0,80 мг%), РР, К, Р и Е (до 160 мг%), каротин (40–100 мг%) и каротиноиды (180–250 мг%), а также много флавоноидов (особенно рутин), железо, бор, марганец. Имеются дубильные вещества, пектины, жирные кислоты (олеиновая, линолевая), фитонциды, азотосодержащие соединения. В коре облепихи содержится серотонин – «гормон счастья».

Широкое применение облепиха нашла в медицине. Она укрепляет стенки сосудов, делая их менее проницаемыми, улучшает обмен веществ, обладает антиоксидантными свойствами. Она также улучшает состав крови, снижая риск образования тромбов. Облепиху принимают внутрь при заболеваниях сердечнососудистой системы, заболеваниях крови, гастритах, язвенной болезни, авитаминозах. Наружно препараты облепихи в виде масла и настоев применяют при плохо заживающих язвах и ранах, ожогах, кожных заболеваниях, в гинекологической практике, при лучевых поражениях кожи и слизистых, травмах глаз. Компрессы из листьев помогают при артритах, уменьшая боли в суставах.

Из облепихи получают уникальный поливитаминный препарат, который нашел широкое применение в медицине, – облепиховое масло. Оно обладает бактерицидными свойствами, способствует эпителизации тканей, хорошо заживляет раны, повреждения слизистых оболочек и кожи, успокаивает боль. В этом масле красно-оранжевого цвета с характерным вкусом и запахом содержится каротин и каротиноиды (110 мг%), витамин Е (110 мг%), витамин F, регулирующий обмен веществ в коже, стерины, минеральные вещества и микроэлементы (железо, медь, серебро, кремний, марганец, кобальт, никель, ванадий и др.), а также глицериды олеиновой, линолевой, пальмитиновой и стеариновой кислот. Облепиховое масло применяется наружно и внутрь – при остром и хроническом ларингите или фарингите, гайморите, для профилактики заболеваний верхних дыхательных путей. Облепиховое масло – ценное средство для лечения гипо- и авитаминоза. Оно улучшает липидный обмен и увеличивает содержание белка в печени; стимулирует восстановительные процессы в поврежденных тканях. Прекрасным противокашлевым средством является сок облепихи. При недостатке витаминов и малокровии употребляют настой ягод облепихи.

Самое распространенное лакомство из облепихи – варенье. Ягоды облепихи также добавляются в компоты, готовят желе, пастилу, варят кисель. Из облепихи готовят напитки, сок, масло, мороженое. Соком облепихи витаминизируют сливочное масло – получается вкусно и полезно.

Таким образом, ягоды облепихи обладают высокой биологической ценностью, и введение продуктов из них в состав печенья позволит значительно повысить его биологическую ценность, компенсировав низкое содержание в мучных кондитерских изделиях витаминов и микроэлементов. Введение в состав печенья растительных добавок с антиокислительными свойствами, в данном случае облепихи, приведет к снижению интенсивности протекания окислительных процессов в жирах, вносимых в тесто по рецептуре, а, значит, повысит качество и сохраняемость готовой продукции. Следовательно, разработка технологии мучных кондитерских изделий с облепихой является актуальным направлением исследований в области пищевых технологий. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- провести литературный анализ современных способов производства мучных кондитерских изделий и используемых при этом компонентов;
- изучить научные основы и практические способы применения добавок;
- изучить научные основы и практические способы повышения пищевой и биологической ценности продукции;
- обосновать актуальность темы исследований; обосновать цель и задачи исследований;
- обосновать методы исследований; определить примерный план проведения экспериментальной части;
- изучить процесс приготовления теста с добавками;
- исследовать влияние различных добавок на пищевую и биологическую ценность продукта;
- исследовать способы улучшения органолептических показателей; Исследовать влияние растительных компонентов на изменение показателей качества изделий (органолептических, химических) и показателей безопасности при хранении;
- разработать технологию печенья с использованием облепихи;
- определить сроки годности готового продукта;
- разработать техническую документацию на новый вид продукции.

Разработка технологии мучных кондитерских изделий с использованием облепихи требует комплексного подхода к планированию исследований. Программно-целевая модель представлена на рисунке 2.



Рис.2. Программно-целевая модель исследований

Литература

1. Бутейкис Н.Г., Жукова А.А. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. – М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. – 302 с.
2. Пащук З.Н., Анет Т.К., Анет И.И. Технология производства хлебобулочных изделий: справочник. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 400 с.
3. Олейникова А.Я., Магомедов Г.О. Проектирование кондитерских предприятий. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 416 С.
4. Павлова Н.С. Сборник основных рецептур сахаристых кондитерских изделий. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 232 с.
5. Благодравова М.В. Сырье и материалы отрасли: Учеб. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – 149 с.
6. Литищ С.Ю., Ливеровский Ю.А. Почвенно-ботанические исследования и проблема сельского хозяйства в Центральной части долины реки Камчатки. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – 220 с.
7. Могильный М.П. Пищевые и биологически активные вещества в питании. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 240 с.
8. Пищевая биотехнология: научно-практические решения в АПК: Моногр. / Жаринов А.И., Горлов И.Ф., Нелепов Ю.Н и др. – М.: Вестник РАСХН, 2007. – 476 с.
9. Якубов В.В., Чернягина О.А. Дикорастущие хозяйственно полезные растения Камчатки // Труды Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН. – Вып. 1. – Петропавловск-Камчатский, 2000. – С. 259–279.
10. URL: <http://www.calorizator.ru/product/berry/sea-buckthorn>. Проверено 8.02.16.
11. URL: http://rostok-sad.ru/magazin?mode=folder&folder_id=1101847801. Проверено 8.02.16.

УДК [664.951.037.5:639.223.3]:546.264-31

А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, Д.В. Хен, А.С. Арчибисова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕКИСЛОТЫ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФИЛЕ ТРЕСКИ МОРОЖЕНОГО

Приведены литературные данные о применении диоксида углерода для сохранения мороженых продуктов, о его действии на микрофлору мороженой рыбы. Приведены данные исследования микробиологических показателей филе трески мороженого в зависимости от способа его обработки углекислотой после замораживания. Показано, что наиболее высокими показателями качества характеризовались образцы, обработанные твердой углекислотой.

Ключевые слова: филе рыбное мороженое, диоксид углерода, хранение, микробиологические показатели.

A.A. Efimov, M.V. Efimova, D.V. Chen, A.S. Archibisova

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimoff-a@mail.ru*

STUDY ON INFLUENCE OF CARBON DIOXIDE ON MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF COD FROZEN FILLET

Using carbon dioxide to keep frozen foods and its effect on frozen fish microflora according to literary sources are described. Data on microbiological indicators of cod frozen fillet depending on the method of its processing with carbon dioxide after freezing are given. Samples processed with carbon dioxide show higher quality indicators.

Key words: fish frozen fillet, carbon dioxide, keeping, microbiological indicators.

Производство мороженой продукции является перспективным направлением переработки сырья водного происхождения, позволяющим обеспечить сохранность химического состава продукции, свести к минимуму активность всех физико-химических, биохимических и микробиологических процессов.

В то же время при длительном хранении мороженой продукции происходит денатурация части водо- и солерастворимых белковых фракций с их переходом в щёлочерастворимую фракцию. Это отрицательно сказывается на пищевой и биологической ценности продукта. При длительном хранении также наблюдается переход белкового азота в небелковый [1], происходит окисление и гидролиз липидов. Перечисленные факторы ограничивают сроки годности мороженой рыбной продукции.

Для продления сроков годности мороженой рыбопродукции, наряду с пониженными температурами, антисептиками и антибиотиками, различными видами упаковки, применяются инертные газы, среди которых особое значение имеют экологически чистые [2, 3]. В этой связи перспективным методом является обработка рыбы в среде углекислого газа (диоксида углерода, углекислоты, CO₂). При этом концентрацию кислорода уменьшают, но не ниже 2%, а концентрацию углекислоты повышают до 2–5%, но не выше 8%.

Перспективность применения CO₂ обусловлена не только простотой получения этого газа, но и возможностью его использования в разных агрегатных состояниях (газ, жидкость, твердое вещество) для решения разных технологических задач [4, 5].

Углекислый газ широко известен как экологически чистый дезинфектант [6]: он обладает антисептическими свойствами, инактивирует развитие посторонней микрофлоры и до определенных концентраций улучшает сохраняемость продуктов.

Так, в экспериментах с использованием CO₂ наблюдали увеличение срока годности как овощей и фруктов, так и продуктов из водного сырья (форель, филе морского окуня, лосось, крабы, филе тихоокеанской трески, тихоокеанская треска разделанная, креветки и др.) [2].

В настоящее время для оценки порчи пищевых продуктов применяется множество методов, но основным является микробиологический [7].

Микрофлора поступающей на обработку рыбы-сырца представлена психрофильными, мезофильными, термофильными бактериями разных родов [8]. Наиболее распространенными бактериями, способными вызывать порчу рыбы и морепродуктов, являются псевдомонады (*Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, *P. fragi*, *P. perolens*), альтеромонады (*Alteromonas nigrifaciens*), *Shewanella putrefaciens*, *Brochothrix thermosphacta* и *B. campestris*, фотобактерии (*Photobacterium phosphoroum*), аэромонады (*Aeromonas hydrophila*, *A. salmonicida*), а также некоторые молочнокислые бактерии, вызывающие порчу продуктов при хранении, особенно в вакуумной упаковке и в упаковке с модифицированной газовой средой [7].

Хотя замораживание рыбы и способствует уничтожению значительной массы микроорганизмов, оно, к сожалению, не обеспечивает стерильности продукции. В процессе самого замораживания, а также холодильного хранения обычно погибает до 99% клеток микроорганизмов. При температурах около минус 10°C даже психрофильные формы развиваются столь медленно, что не вызывают порчи примерно в течение года. Обсемененность рыбы и морепродуктов после замораживания колеблется, как правило, от 10² до 10³ клеток в 1 г продукта. Наибольшую устойчивость к замораживанию проявляют споры микроорганизмов. Из неспорных форм наиболее устойчивы грамположительные кокки: *Streptococcus faecalis*, *Micrococcus*.

Основное количество микробных клеток погибает во время первой фазы процесса замораживания. Бактерии рода *Pseudomonas* способны погибнуть при температуре минус 12°C в течение 3 месяцев хранения. При тех же условиях погибает большая часть микроорганизмов рода *Achromobacter*. При этом, напротив, доля бактерий рода *Flavobacterium* в общей микрофлоре значительно возрастает. И, чем ниже температура хранения, тем медленнее погибают бактерии. Так, обсемененность трески при температуре минус 18°C снижается в течение 5 месяцев в 2 раза, а при минус 10°C – в 20 раз [9, 10].

Микрофлора мороженой рыбопродукции представлена в основном неспорными грамположительными бактериями родов *Mycobacterium*, *Mucococcus*, *Micrococcus* и грамотрицательными бактериями рода *Pseudomonas*. Патогенные формы, попадая на рыбу, не уничтожаются при замораживании. Так, в замороженном филе обнаруживают бактерии группы кишечной палочки, а также коагулазоположительные стафилококки. Относительно устойчивы к замораживанию и возбудители сальмонеллеза [9, 11, 12].

Диоксид углерода может оказывать как благоприятное действие на рост грибов и гетеротрофных бактерий [13, 14], так и ингибировать рост многих микроорганизмов [13, 15].

Исследования Я.Я. Никитинского и других ученых позволили выявить тормозящее действие углекислого газа на развитие плесеней, патогенных бактерий из группы сальмонелл, а также угнетающее действие CO₂ на развитие возбудителей ботулизма, рост кокковой микрофлоры, бактерий группы кишечной палочки [11].

Природу ингибирующего действия CO₂ объясняют по-разному [13]:

- диоксид углерода может влиять на функции биологических мембран, препятствовать делению клеток, поглощению или транспорту веществ питательной среды;
- диоксид углерода вызывает закисление, что изменяет реакции карбоксилирования / декарбоксилирования или оказывает действие на другие ферменты;
- диоксид углерода может влиять на физико-химические свойства ферментов, изменяя, например, их растворимость либо структуру.

Целью нашей работы являлось исследование влияния диоксида углерода на сохранение качества мороженого рыбного филе.

В качестве предмета исследования было выбрано филе трески тихоокеанской мороженого.

Контрольный образец (К) замороженного филе не обрабатывали CO_2 . Экспериментальный образец Эт обрабатывали твёрдым диоксидом углерода, образец Эг – газообразным.

Для обработки филе мороженого применяли углекислоту R744, соответствующую ГОСТ 8050 «Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия» [16]. Брикет мороженого филе обрабатывали из баллона газообразной углекислотой в вытяжном шкафу. Образец Эт обрабатывали до получения снегообразной корочки углекислоты на поверхности брикета, образец Эг обрабатывали без образования снегообразной корочки. Все образцы помещали в полиэтиленовые пакеты и герметично укупоривали. Хранили образцы в морозильной камере в течение 6 месяцев при температуре минус 18°C . Показатели качества определяли через 5 месяцев хранения (рекомендуемый срок хранения филе тресковых) и через 6 месяцев хранения.

Ранее было изучено влияние углекислоты на органолептические показатели качества филе трески мороженого [17]. По результатам исследования органолептических показателей филе трески мороженого, сохраняемость оказалась выше у образцов, обработанных углекислотой. При этом более высокие органолептические показатели были получены для филе, обработанного CO_2 до образования твердой корочки, что позволило судить о положительном влиянии CO_2 на качество мороженого филе в процессе хранения.

На данном этапе было проведено определение влияния углекислоты на микробиологические показатели филе трески мороженого – изменение КМАФАнМ, значение которого, в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078 [18], а также в соответствии с ТР ТС 021 [19], не должно превышать 1×10^5 КОЕ/г. Сравнительные результаты исследований отражены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительные значения КМАФАнМ филе трески мороженого, КОЕ/г

Рыба-сырец	Образец						
	Контрольный образец (К)			Экспериментальный образец (Эт)		Экспериментальный образец (Эг)	
	10 сут.	5 мес.	6 мес.	5 мес.	6 мес.	5 мес.	6 мес.
$3,7 \times 10^4$	$7,2 \times 10^2$	$7,7 \times 10^2$	$7,7 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$

Как видно из таблицы, значение КМАФАнМ для всех образцов филе трески мороженого на протяжении контрольного периода хранения при температуре минус 18°C оставалось в пределах допустимого с большим запасом. После обработки филе углекислотой значение КМАФАнМ снизилось по сравнению с филе, не обработанным CO_2 , что подтверждает бактерицидное действие углекислоты. Лучшие результаты получены для образца филе Эт, обработанного твёрдым CO_2 .

Для определения возможности увеличения срока годности филе трески мороженого при температуре минус 18°C для экспериментального Эт (филе, покрытое твердой корочкой углекислоты) и для контрольного К образцов (без обработки углекислотой) исследовали изменения микробиологических показателей, результаты которых приведены в таблице 2.

Таблица 2

Зависимость изменения микробиологических показателей филе трески мороженого от продолжительности хранения

Предмет исследования		Продолжительность хранения, мес.			
		3	5	6	8
КМАФАнМ, КОЕ/г	Контрольный образец (К)	$7,6 \times 10^2$	$7,7 \times 10^2$	$7,7 \times 10^2$	$7,7 \times 10^2$
	Экспериментальный образец (Эт)	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$
БГКП (<i>E.coli</i>), КОЕ/0,01 г	Контрольный образец (К)	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
	Экспериментальный образец (Эт)	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие

Сравнивая полученные данные (табл. 2) с требованиями СанПиН 2.3.2.1078 [18] и ТР ТС 021 [19] для филе рыбного мороженого, можно сделать вывод, что на протяжении всего периода хранения (8 месяцев) наблюдались допустимые значения КМАФАнМ и отсутствие бактерий группы

кишечных палочек (*E.coli*). Это позволяет судить о возможности пролонгирования срока годности филе трески мороженого, обработанного диоксидом углерода до образования на поверхности брикета филе твердой корочки.

Дальнейшие исследования будут направлены на установление срока годности филе мороженого, обработанного CO₂, на основании комплекса органолептических, микробиологических и физико-химических (накопление азота летучих оснований, перекисное число жира) показателей.

Литература

1. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др.; под ред. Т.М. Сафроновой и В.И. Шендерюка. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
2. Упаковка, хранение и транспортировка рыбы и рыбных продуктов: Учеб. пособие / Н.В. Долганова, С.А. Мижуева, С.О. Газиева, Е.В. Першина. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 272 с.
3. Петров Н. Современные виды упаковки для рыбной продукции // Рыбные ресурсы, 2008. – № 3. – С. 26–27.
4. Боковикова Т.Н., Касьянов Г.И., Тарасов В.Е. Новые пути использования диоксида углерода // Сборник материалов науч.-практ. конф. «Теоретическое и экспериментальное обоснование суб- и сверхкритической CO₂-обработки сельскохозяйственного сырья». – Краснодар, 2010. – С. 14–17.
5. Касьянов Г.И., Коробицын В.С., Рохмань С.В. Перспективы использования диоксида углерода // Сборник материалов междунар. науч.-техн. интернет-конф. «Инновационные технологии в мясной, молочной и рыбной промышленности». – Краснодар: КубГТУ, 2012. – С. 91.
6. Микробиология / О.Д. Сидоренко, Е.Г. Борисенко, А.А. Ванькова, Л.И. Войно. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 287 с.
7. Килкаст Д., Субраманиам П. Стабильность и срок годности. Мясо и рыбопродукты. – СПб.: Профессия, 2012. – 420 с.
8. Перетрухина А.Т., Перетрухина И.В. Микробиология сырья и продуктов водного происхождения. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 320 с.
9. Долганова Н.В., Першина Е.В., Хасанова З.К. Микробиология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Мир, 2005. – 224 с.
10. Долганова Н.В., Першина Е.В., Хасанова З.К. Микробиология рыбы и рыбных продуктов. – СПб.: Лань, 2012. – 288 с.
11. Техническая микробиология рыбных продуктов / Е.Н. Дутова, М.М. Гофтарш, И.И. Призренова, А.С. Сазонова / Под ред. Е.Н. Дутовой. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 271 с.
12. Углистый Г.М., Мартельянова Н.П. Микробиология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 143 с.
13. Коган А.Х., Грачев С.В., Елисеева С.В. Модулирующая роль CO₂ в действии активных форм кислорода. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 224 с.
14. Desgranges C., Durand A. Effect of CO₂ on growth, conidation, and enzyme production in solid-state culture on *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride* TS // Enzyme Microb. Technol, 1990. – Vol. 12. – P. 546–551.
15. McIntyre M., McNeil B. Dissolved carbon dioxide effect on morphology growth, and citrate production in *Aspergillus niger* A60 // Enzyme Microb. Technol, 1997. – Vol. 20. – P. 135–142.
16. ГОСТ 8050. Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2007. – 10 с.
17. Влияние углекислоты на органолептические показатели качества филе трески мороженого / А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, Е.И. Кобзарева, А.С. Арчибисова // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 20–27.
18. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078. – М.: Минздрав России, 2001. – 21 с.
19. О безопасности пищевой продукции / Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 021/2011.

УДК 664.952

М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, А.В. Алёшин, В.В. Сутягин

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ДИКОРОСОВ В ТЕХНОЛОГИИ ФОРМОВАННЫХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ РЫБНОГО ФАРША

Приведен анализ литературных данных о приоритетных направлениях развития рыбной отрасли, о месте формованных фаршевых изделий в структуре ассортимента рыбной продукции. Представлена краткая характеристика камчатских дикоросов – черемши, брусники, рябины – как добавки в рыбные формованные продукты. Показаны результаты разработки рецептуры формованных кулинарных изделий на основе рыбного фарша с добавлением дикоросов.

Ключевые слова: фаршевые изделия, дикоросы, реологические показатели, органолептическая оценка.

M. V. Efimova, A. A. Efimov, A. V. Alyoshin, V. V. Sutyagin

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

JUSTIFICATION FOR USING WILD PLANTS IN TECHNOLOGY OF SHAPED CULINARY PRODUCTS ON THE BASIS OF FISH MINCE

The analysis of literature data on the priorities for fishery industry development, the place of shaped mince products within fish product assortment is given. A brief description of Kamchatka wild plants such as wild leek, mountain cranberries, ashberries as additives to fish shaped products is presented. The results of developing the formulation of shaped ready-cooked foods on the basis of mince with wild plants are shown.

Key words: mince products, wild plants, rheological characteristics, organoleptic estimation.

На современном этапе пищевая промышленность все больше соотносит свои задачи с интересами потребителя. В связи с этим одним из путей удовлетворения потребительского спроса является развитие производства полуфабрикатов широкого ассортимента, закусок, готовых кулинарных изделий [1].

Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г. [2] отмечает необходимость повысить глубину переработки, вовлечь в хозяйственный оборот вторичные ресурсы. Согласно Стратегии социально-экономического развития Камчатского края до 2025 г. [3], важная роль отводится внедрению и продвижению на российский рынок современных технологий в части глубокой переработки водных биоресурсов [4]. В условиях рыночной экономики особую актуальность приобрели задачи глубокой переработки водного сырья.

Исходя из сказанного выше, фаршевые продукты на основе рыбного сырья приобретают всё большую популярность. Росту выпуска таких продуктов способствует, в первую очередь, возможность использования рыб с механическими повреждениями и пищевых отходов от разделки рыбы. Это делает технологию обработки сырья малоотходной, а также позволяет дополнительно выпускать ценную пищевую продукцию.

В условиях современной экономики для рыбного хозяйства Камчатки актуальной остаётся проблема комплексного и рационального использования сырьевой базы, характерной особенностью которой является неоднородность сырья, отличающегося размерным или массовым составом, физико-химическими свойствами, пищевой ценностью.

В то же время камчатская природа богата дикоросами, характеризующимися ценным химическим составом, давно используемыми в рационе коренным населением. Такое растительное сырье можно применять для обогащения рыбного сырья пониженной пищевой ценности.

В соответствии с вышеизложенным, разработка технологии, обеспечивающей производство фаршевых поликомпонентных изделий на основе рыбного сырья с растительными добавками является актуальным направлением исследования.

Использование в производстве рыбных формованных изделий добавок растительного происхождения дает возможность не только регулировать структурные свойства фаршевых систем, но и улучшить их органолептические характеристики, повысить пищевую и биологическую ценность продукции, обогатить продукт витаминами, макро- и микроэлементами, пищевыми волокнами. Кроме того, многие растения, применяемые при приготовлении формованных рыбных продуктов, содержат вещества, обладающие бактериостатическим, бактерицидным, антиоксидантным действием, что оказывает положительное воздействие на сохранение качества готовой продукции, а также позволяет увеличивать сроки ее годности [5].

Повышенное внимание специалистов к продуктам природного происхождения как к полифункциональным ингредиентам обусловлено их доступностью, возобновляемостью, экологической чистотой, относительной дешевизной, а также накопленной в течение столетий информации о медицинском и фармацевтическом воздействии фитопрепаратов на организм человека [6].

Камчатский край богат ценными в пищевом отношении дикоросами, которые широко используются населением, в том числе коренным, в рационе. Особой популярностью пользуются такие дикоросы как папоротник, борщевик, черемша, рябина, брусника. Однако эти и другие ценные растения пока не нашли применения в промышленных технологиях [7].

Целью исследования являлось научное обоснование технологии рыбных кулинарных фаршевых изделий с использованием растительных добавок (дикоросов).

Нами предложено применение в технологии формованных кулинарных изделий на основе рыбного фарша черемши, ягод рябины и брусники.

Черемша – лекарственное растение, известное ещё германцам, кельтам и римлянам. Черемша обладает бактерицидным, фунгицидным и противогрибковым действием. В растении много аскорбиновой кислоты (в листьях до 0,73, в луковицах – до 0,10%). Во всех частях растения содержатся белки, фруктоза, минеральные соли, фитонциды, лизоцим, каротин [8].

Плоды рябины бузинолистной, широко распространенной по всей Камчатке [8], содержат яблочную, лимонную, винную и янтарную кислоты (2,5%), дубильные (0,5%) и пектиновые (0,5%) вещества, сорбозу, глюкозу, фруктозу, сахарозу, сорбит, сорбиновую кислоту, аминокислоты, эфирные масла, соли калия, кальция, магния, натрия, железа, марганца, меди. Богаты плоды рябины витамином С (до 160 мг%) и каротином (до 56 мг%). Сорбиновая кислота, содержащаяся в рябине, обладает бактерицидными свойствами, и поэтому ее применяют при консервировании [8–10].

Плоды брусники обыкновенной, также произрастающей по всей Камчатке, богаты витаминами, ценными питательными веществами, микроэлементами. В ягодах брусники содержатся сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза) – 8,74%, органические кислоты – 1,98%, дубильные вещества – 0,252%, витамины. Ягоды брусники содержат в среднем 1,8% сырой клетчатки. В созревших ягодах брусники содержится 0,8–1,0% пектиновых веществ [8, 11]. Из органических кислот в ягодах брусники содержатся лимонная, яблочная, винная, салициловая, борная и бензойная. Бензойная кислота представляет собой антисептик, сдерживающий процесс брожения в брусничном соке.

В ягодах брусники найдены в небольших количествах витамины группы В – 0,03 мг%, Е – 1,0 мг%, провитамин А (каротин) – 0,05–0,10 мг%. В составе ягод брусники имеется небольшое количество минеральных веществ (0,26–0,35% сырой массы): магний, кальций, железо, калий, натрий, фосфор, марганец, кремний. Обнаружены также барий, стронций, свинец, цинк, хром, молибден и ряд других элементов.

Ценность дикорастущих ягод особо велика благодаря тому, что присутствующие в ягодах вещества образуют биохимические комплексы, действующие в одном взаимоусиливающем направлении.

Как видно, помимо ряда ценных нутриентов и балластных веществ в плодах рябины и брусники содержатся также вещества, обладающие консервирующими свойствами – сорбиновая кислота в рябине и бензойная кислота в бруснике.

Введение в состав фаршевых кулинарных изделий добавок дикоросов обеспечит повышение пищевой ценности продукции, приведет к снижению интенсивности протекания окислительных процессов жиров, улучшит структурно-механические свойства фарша, а, значит, повысит качество и сохраняемость готовой продукции.

Исходя из вышеизложенного, предложенные нами дикоросы можно рассматривать как компонент функциональных продуктов питания.

Основным объектом исследований в работе являлась технология рыбных котлет с дикоросами.

В качестве основного сырья выбрана горбуша, обеспечивающая основной улов тихоокеанских лососей [12].

Заготавливали бруснику, рябину в сентябре, черемшу – в июне 2014 года, – замораживали и хранили в бытовой морозильной камере в полиэтиленовых пакетах.

В качестве контрольного образца изготавливали котлеты рыбные без растительных добавок по рецептуре, основанной на рецептуре котлет рыбных по ТИ № 41-96 по приготовлению фарша и котлет рыбных полуфабрикатов к ТУ 15-01-04-36 [13]. Сочетание компонентов подбирали опытным путем на основе органолептической оценки образцов. Для выбора рационального количества растительных добавок готовили все образцы с внесением брусники, рябины и черемши в количестве 3, 5, 7, 10, 15%. По результатам дегустационной оценки определили количество вносимых растительных ингредиентов, представленное в таблице 1.

Таблица 1

Рецептуры приготовления рыбных жареных котлет (% от массы фаршевой смеси)

Компоненты	Образец			
	Контрольный образец	Котлеты с брусникой	Котлеты с рябиной	Котлеты с черемшой
Фарш рыбный мороженный	78,3	74,8	71,8	74,8
Хлеб пшеничный	12,0	5,0	3,0	6,0
Масло растительное	1,0	1,0	1,0	1,0
Лук репчатый свежий очищенный	3,0	2,5	2,5	2,5
Соль поваренная	1,0	1,0	1,0	1,0
Сахар	–	1,0	1,0	2,0
Сухари панировочные (мука) для панирования	4,7	4,7	4,7	4,7
Крахмал картофельный	–	5,0	5,0	5,0
Брусника	–	5,0	–	–
Рябина	–	–	10,0	–
Черемша	–	–	–	3,0

Для определения органолептических показателей применяли описательный метод и метод балльных шкал [14].

Для определения физико-механических свойств фарша исследовали предельное напряжение сдвига (ПНС), липкость и водоудерживающую способность. Предельное напряжение сдвига и липкость определяли на структурометре СТ-1М [15].

Для определения водоудерживающей способности (ВУС) применяли метод по ГОСТ 7636 [16].

Основным критерием выбора рецептуры котлет как поликомпонентных изделий являлась органолептическая оценка готовых изделий, а также определение структурно-механических показателей фаршевой смеси с разными растительными добавками.

Для контроля оптимальных показателей фарша использовали реологический метод. С целью контроля показателей использовали сдвиговые реологические свойства фарша [17]. При введении в фарш каких-либо ингредиентов происходит их взаимодействие как со всей коллоидной системой в целом, так и с отдельными ее компонентами. Однако эффект от применения добавок при приготовлении фарша из различных видов сырья неодинаков. Поэтому при производстве фарша в каждом конкретном случае необходимо подбирать наиболее эффективные добавки и определять оптимальные их концентрации.

В работе проведены исследования по влиянию вносимых растительных добавок на структурно-механические свойства фарша. Перед внесением в фаршевую смесь по рецептуре бруснику, рябину и черемшу измельчали в блендере до достижения размеров частиц 2–4 мм. Свойства фарша определяли после внесения полного набора компонентов, включая поваренную соль, сахар и крахмал. Уточнение дозировки вносимых дикоросов проводили органолептически по показателю «вкус». Результаты определения структурно-механических показателей фаршей приведены на рисунках 1–3.

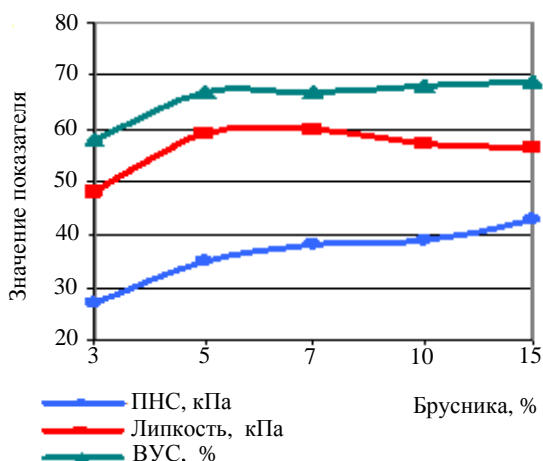


Рис. 1. Зависимость реологических показателей от количества добавленной брусники

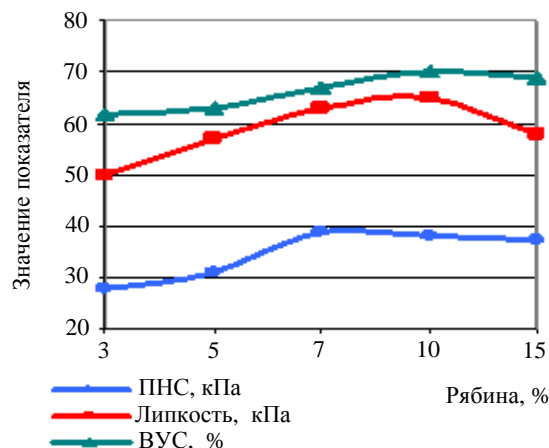


Рис. 2. Зависимость реологических показателей от количества добавленной рябины

Как видно из рисунка 1, рациональное количество добавляемой брусники составило 5%. Органолептически определили эту же дозировку брусники.

Как видно из рисунка 2, рациональное количество добавляемой рябины составило 8,5–10%. Органолептически определили дозировку рябины 10%.

Из рисунка 3 видно, что рациональное количество добавляемой черемши составило 7%. Уточнение значения проводили органолептически по показателю «вкус». По результатам органолептической оценки определили дозировку черемши 3%.

Результаты органолептических исследований готовых изделий представлены в таблице 2 и на рисунке 4.

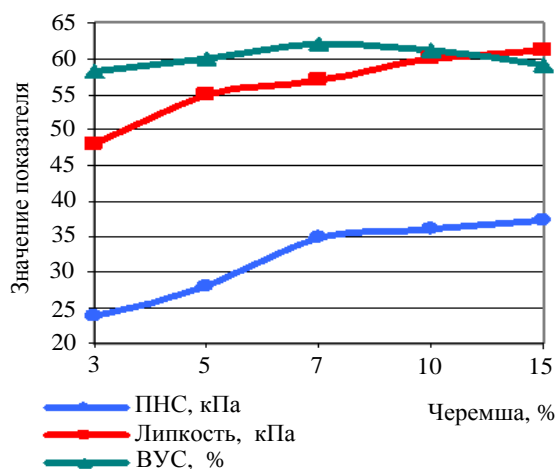


Рис. 3. Зависимость реологических показателей от количества добавленной черемши

Таблица 2

Сравнительные органолептические показатели образцов котлет рыбных с дикоросами

Показатель	Котлеты с брусникой	Котлеты с рябиной	Котлеты с черемшой
Форма	Овально приплюснутая форма с заостренным концом		
Поверхность	Без трещин, видны вкрапления растительных добавок		
Цвет поверхности	Золотисто-коричневый, у всех наименований изделий нижняя и верхняя поверхность чуть темнее		
Консистенция	Сочная, уплотненная, легко разжевываемая	Сочная, уплотненная, легко разжевываемая	Сочная, уплотненная, легко разжевываемая

Показатель	Котлеты с брусникой	Котлеты с рябиной	Котлеты с черемшой
Вид на изломе	Пропеченный, равномерная пористость, видны вкрапления частиц растительных добавок		
Вкус и запах	Соответствующие пропеченным котлетам, с тонким ароматом и вкусом брусники, без посторонних привкуса и запаха	Соответствующие пропеченным котлетам, с тонким ароматом и вкусом рябины, без посторонних привкуса и запаха	Соответствующие пропеченным котлетам, с тонким ароматом и вкусом черемши, без посторонних привкуса и запаха

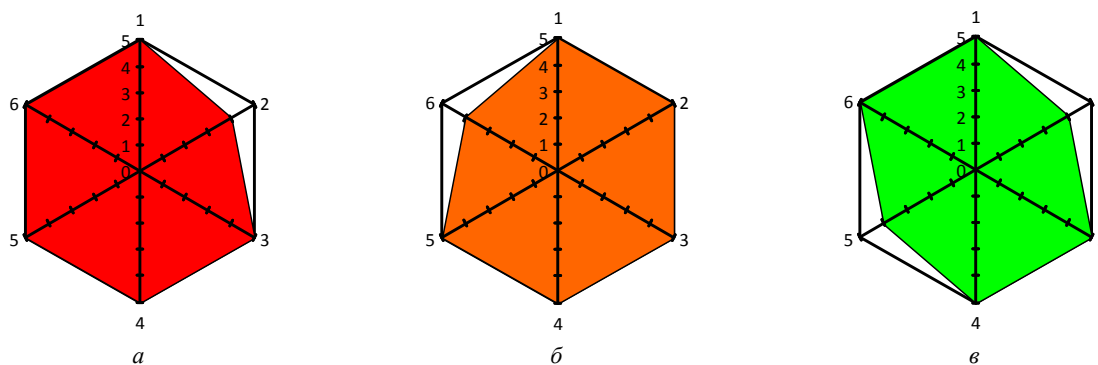


Рис. 4. Профилограммы качества котлет рыбных:
 а – образец с брусникой; б – образец с рябиной; в – образец с черемшой
 1 – общее впечатление; 2 – форма; 3 – состояние и цвет поверхности;
 4 – консистенция; 5 – вид на изломе; 6 – вкус и запах

Как видно из рисунка 4, все образцы рыбных котлет с дикоросами оказались приемлемыми по органолептическим показателям, что позволяет расширить ассортимент изделий.

Дальнейшие исследования разрабатываемой технологии направлены на определение пищевой и энергетической ценности образцов рыбных кулинарных изделий с дикоросами, установление срока годности изделий на основе органолептических, физико-химических и микробиологических показателей.

Результаты исследований позволяют считать возможным применение камчатских дикоросов для расширения ассортимента кулинарных формованных изделий на основе рыбного фарша. Добавление в изделия брусники, рябины, черемши, обладающих антиокислительным, бактериостатическим и бактерицидным свойствами, содержащих в составе пищевые волокна, витамины, микроэлементы, полисахариды, биологически активные вещества, позволяет обогатить рыбную кулинарную продукцию ценными нутриентами и балластными растительными веществами.

Литература

- Новиков В.М. Производство полуфабрикатов, кулинарных изделий из рыб и морепродуктов. – М.: Пищевая пром-сть, 1973. – 180 с.
- Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.government.ru/media/2012/4/26/49762/file/559_pril.doc.
- Стратегия социально-экономического развития Камчатского края до 2025 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosbook.ru/node/27179>
- Шлемин А.В., Будченко И.С., Степанов В.П. Актуальные проблемы развития сырьевой и технологической базы производства пищевой рыбной продукции // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2007. – № 1. – С. 5–8.
- Могильный М.П. Пищевые и биологически активные вещества в питании. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 240 с.
- Пищевая биотехнология: научно-практические решения в АПК: Моногр. / А.И. Жаринов, И.Ф. Горлов, Ю.Н. Нелепов, Н.А. Соколова. – М.: Вестник РАСХН, 2007. – 476 с.

7. Современные тенденции в технологии комбинированных пищевых продуктов на примере рыбных колбасных изделий / А.А. Шарапова, А.И. Куприянов, М.В. Сулягина, А.С. Ивандюкова // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 65–70.

8. *Пилат Т.Л., Иванов А.А.* Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). – М.: Аввалон, 2002. – 710 с.

9. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. – М.: ГУГК, 1980. – С. 294.

10. *Кислухина О.В.* Витаминные комплексы из растительного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 308 с.

11. Барьерная технология гидробионтов: Учеб. пособие / Г.Н. Ким, Т.М. Сафронова, О.Я. Мезенова, С.Н. Максимова, И.Н. Ким; под ред. Т.М. Сафроновой. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 336 с.

12. *Карпенко В.И., Рассадников О.А.* Состояние запасов дальневосточных лососей в современный период // Исследование водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Труды КамчатНИРО. – Петропавловск-Камчатский, 2004. № 7. – С. 14–21.

13. ТИ № 41-96 к ТУ 15-01-04-36-96. Технологическая инструкция по приготовлению фарша и котлет рыбных полуфабрикатов. – Петропавловск-Камчатский: ТЦ «Интехкам», 1996. – 4 с.

14. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова, Е.В. Мегеда. – М.: Колос, 2008. – 534 с.

15. *Ефимов А.А., Олейникова К.М., Салтанова Н.С.* Технология продуктов заданного химического состава и структуры: методические указания к лабораторным работам для студентов направления 260100.62 «Технология продуктов питания» очной и заочной форм обучения. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – 33 с.

16. ГОСТ 7636. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы испытаний. – М.: Госстандарт, 1988. – 115 с.

17. *Мачихин Ю.А., Мачихин С.А.* Инженерная реология пищевых материалов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – 216 с.

УДК 664.694:639.64

М.В. Ефимова¹, И.В. Крылова², А.А. Крылова², Т.Н. Леонова³

^{1,2,3}*Камчатский государственный технический университет,*

Петропавловск-Камчатский, 683003

¹*e-mail: efimova-ff@mail.ru*

²*e-mail: happy_girl_3807@bk.ru*

³*e-mail: dote.ru@mail.ru*

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С КРАСНЫМИ ВОДОРОСЛЯМИ

Приведены литературные данные о направлении развития ассортимента и о химическом составе макаронных изделий. Показаны результаты разработки рецептуры макаронных изделий с красными водорослями на основе органолептической оценки. Приведены физико-химические показатели качества изделий и их пищевая ценность.

Ключевые слова: макаронные изделия, красные водоросли, химический состав, органолептическая оценка, пищевая ценность.

M.V. Efimova¹, I.V. Krylova², A.A. Krylova², T.N. Leonova³

^{1,2,3}*Kamchatka State Technical University,*

Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003

¹*e-mail: efimova-ff@mail.ru*

²*e-mail: happy_girl_3807@bk.ru*

³*e-mail: dote.ru@mail.ru*

JUSTIFICATION FOR TECHNOLOGY OF PASTA WITH RED ALGAE

Assortment development and chemical composition of pasta are described according to literary sources. The results of developing the formulation of pasta with red algae on the basis of organoleptic estimation are shown. Physical-chemical characteristics of quality and nutritional value of the products are given.

Key words: pasta, red algae, chemical composition, organoleptic estimation, nutritional value.

Россия занимает четвертое место в мире по объему производства макаронных изделий (около 85000 тыс. тонн в год) [1]. В настоящее время промышленное производство макаронных изделий постоянно развивается. Роль макаронных изделий в рационе питания – причем практически во всем мире – трудно переоценить. Многие даже считают их основным продуктом питания XX столетия [2, 3].

На рынке представлены разнообразные виды макаронных изделий различной формы, размера из различного сырья и с различными добавками [4].

Существенным недостатком традиционных макарон является практически полное отсутствие в них таких важных веществ, как витамины, каротиноиды, пищевые волокна, макро- и микроэлементы. Это определило необходимость коррекции химического состава макарон за счет обогащения витаминами, минеральными элементами, пищевыми волокнами при одновременном снижении энергетической ценности.

Концепция здорового питания определяет, что пища должна компенсировать энергетические затраты человека. Так как в России макаронные изделия популярны и потребляются в большом количестве, достичь поставленной цели можно путем обогащения традиционных изделий натуральными добавками растительного и животного происхождения [5].

В настоящее время ассортимент макаронных изделий составляет более 100 видов, которые отличаются как входящими в состав компонентами, так и внешним видом.

Применяемое в производстве макаронных изделий дополнительное сырье позволяет обогатить продукт белком и минеральными веществами и в то же время снизить энергетическую ценность продукта (табл. 1, 2) [1, 6].

Таблица 1

Химический состав и энергетическая ценность макаронных изделий

Наименование макаронных изделий	Содержание, г / 100 г продукта				Энергетическая ценность, ккал / 100 г продукта
	воды	белка	жиров	углеводов	
Изделия из муки высшего сорта	13	10,4	1,1	71,5	344
Изделия из муки первого сорта	13	10,7	1,3	68,4	334
Изделия из муки второго сорта	13	11,8	1,8	64,5	327
Изделия яичные	13	11,4	2,1	69,5	349
Изделия молочные	13	11,5	2,9	68,4	351
Изделия томатные	13	10,4	1,1	71,2	343
Изделия шпинатные	13	10,7	1,2	70,7	343
Изделия морковные	13	10,4	1,1	69,7	337
Изделия соевые	13	14,3	1,1	66,0	337
Изделия с пшеничным зародышем	13	12,1	1,6	69,0	346
Изделия глютенковые	13	12,3	1,1	67,3	336

Таблица 2

Содержание основных веществ, минеральных элементов и витаминов в 100 г макаронных изделий

Наименование макаронных изделий	Содержание, %								Содержание, мг%								
	Вода	Белки	Жиры	Углеводы усвояемые			Клетчатка	Зола	Минеральные элементы						Витамины		
				Общие	Сахар	Крахмал			Na	K	Ca	P	Mg	Fe	B ₁	B ₂	PP
Высшего сорта	13	10,4	0,9	75,2	1,8	68,5	0,1	0,5	10	124	18	87	16	1,2	0,17	0,08	1,21
Высшего сорта витаминизированные	13	10,4	0,9	75,2	1,8	68,5	0,1	0,5	10	124	18	87	16	1,2	0,58	0,48	3,24
Высшего сорта яичные	13	11,3	1,9	73,4	2,0	66,5	0,1	0,6	17	135	23	105	21	1,5	0,17	0,12	1,22
Высшего сорта с повышенным содержанием яиц	13	11,8	2,4	72,5	2,0	65,6	0,1	0,6	21	140	25	114	23	1,7	0,17	0,14	1,22
Высшего сорта молочные	13	11,5	2,7	72,2	4,6	62,7	0,1	0,9	39	187	103	139	27	1,2	0,17	0,17	1,17
Первого сорта	13	10,7	1,3	74,2	1,7	67,9	0,2	0,7	12	172	24	116	45	2,1	0,25	0,12	2,22

Несмотря на то, что ассортимент довольно широкий, требуется дальнейшее его расширение за счет выпуска новых изделий повышенной пищевой ценности [5].

Ценным и сравнительно недорогим источником для производства продуктов массового, функционального и специализированного питания являются морские водоросли [5]. Введение в состав макаронных изделий водорослевых добавок обеспечит повышение пищевой ценности изделий и позволит дополнительно расширить ассортимент продукции.

Целью исследования является разработка технологии макаронных изделий с красными водорослями. Основным объектом исследований в работе являлась технология макаронных изделий с красными водорослями.

Красные водоросли (Rhodophyta), или багрянки, широко распространены в Мировом океане [7].

Красные водоросли являются ценным пищевым продуктом, содержащим довольно много белка, витаминов и микроэлементов и жирных кислот [8].

Основные полисахариды красных водорослей – сульфатированные галактаны – встречаются только в багрянках и представляют собой уникальный класс полисахаридов [9–11], заполняют межклеточное пространство, входят в состав клеточных структур и обладают выраженными гидрофильными свойствами (агар и каррагинан) [12]. Кроме запасных полисахаридов водоросли образуют различные сахара и сахароспирты [13]. В качестве продукта ассимиляции у красных водорослей откладывается полисахарид, называемый багрянковым крахмалом [7, 13, 14], а также трегалоза, флоридозид, сахароза и др.

Пектиновые вещества красных водорослей представляют собой соли кальция и магния особых пектиновых кислот. К группе пектиновых веществ относятся также особые коллоидные вещества, представляющие собой сложную смесь содержащих серу полисахаридов, и носят общее название фикоколлоидов [13, 14]. У некоторых форм в изобилии встречаются многоатомные спирты. Из жиров известны холестерол, силостерол, фукостерол.

Багрянки отличаются сложным набором пигментов. Кроме хлорофилла, каротина и ксантофилла, хлоропласты красных водорослей содержат дополнительные водорастворимые пигменты билипротеины. Билипротеинами багрянок являются красный фикоэритрин и голубой фикоцианин, обладающие антиоксидантными свойствами [7].

Нами предложено применять в качестве добавки при производстве макаронных изделий красные морские водоросли рода *Palmaria*, запасы которых довольно значительны в прикамчатских водах, а сами водоросли характеризуются богатым химическим составом [15].

В качестве контрольного образца изготавливали макаронные изделия без добавок по «классической» рецептуре [1] для мягкого теплого (55–60°C) замеса, так как изготавливали длинные макаронные изделия. Влажность теста при мягком замесе 33–34%. В качестве экспериментального образца изготавливали макароны с добавлением красной водоросли рода *Palmaria*.

Необходимое количество воды для приготовления экспериментальных образцов макаронных изделий и количество вносимой водорослевой добавки представлено в таблице 3.

Таблица 3

Рецептуры теста образцов макаронных изделий

Обозначение образца	Количество водорослей, г / 100 г муки	Количество воды, г / 100 г муки
К (контроль)	0	28,8
Э-1	1,0	29,3
Э-2	2,0	29,7
Э-3	3,0	30,2
Э-5	5,0	31,1
Э-7	7,0	32,1



Рис. 1. Шнековый пресс для формирования макарон с матрицами (а) и процесс прессования (б)

Экспериментальные образцы готовили с добавлением измельченных до порошкообразного состояния водорослей, предварительно дезинтегрированных циклическим замораживанием-размораживанием [16] и высушенных при температуре 30°C до содержания влаги 3%. Водоросли вносили непосредственно в муку. После замеса теста формовали изделия в виде лапши шириной 7–8 мм длиной 90–100 мм (рис. 1) и высушивали в инфракрасной сушилке «Икар» при температуре 40°C до содержания воды в макаронах не более 13%. Затем макароны в течение 4 часов за счет обдувки воздухом и температурой 25–30°C в той же сушилке.

Органолептические показатели макаронных изделий, массовую долю влаги, золы, сухого вещества, перешедшего в варочную воду, кислотность, сохранность формы изделий определяли по ГОСТ Р 52377 [17].

При исследовании пищевой ценности готового продукта проводили определение массовой доли жира, массовой доли влаги и массовой доли белка. Содержание углеводов определяли косвенно.

Основным критерием выбора рецептуры теста макаронных изделий являлась органолептическая оценка макарон с красными водорослями. Результаты органолептических исследований представлены в таблице 4 и на рисунке 2.

Таблица 4

Сравнительные органолептические показатели образцов макаронных изделий

Показатель	Образец макаронных изделий					
	К	Э-1	Э-2	Э-3	Э-5	Э-7
Цвет	Соответствующий сорту муки	Бледно-розовый с редкими включениями частичек водорослей	Розовый с включениями частичек водорослей	Розовый с выраженными включениями частичек водорослей	Темно-розовый с сильно выраженными включениями частичек водорослей	Темно-розовый с густыми включениями частичек водорослей
Форма	Соответствующая типу изделий – лапше					
Вкус	Свойственный данному изделию, без постороннего вкуса	Свойственный данному изделию, без постороннего вкуса	Свойственный данному изделию, с едва уловимым привкусом водорослей	Свойственный данному изделию, с легким привкусом водорослей	Свойственный данному изделию, с выраженным привкусом водорослей	Свойственный данному изделию, с сильно выраженным привкусом водорослей
Запах	Свойственный данному изделию, без постороннего запаха	Свойственный данному изделию, без постороннего запаха	Свойственный данному изделию, с едва уловимым запахом водорослей	Свойственный данному изделию, с легким запахом водорослей	Свойственный данному изделию, с выраженным запахом водорослей	Свойственный данному изделию, с сильно выраженным запахом водорослей

Профилограммы качества образцов макарон с красными водорослями после варки представлены на рисунке 2.

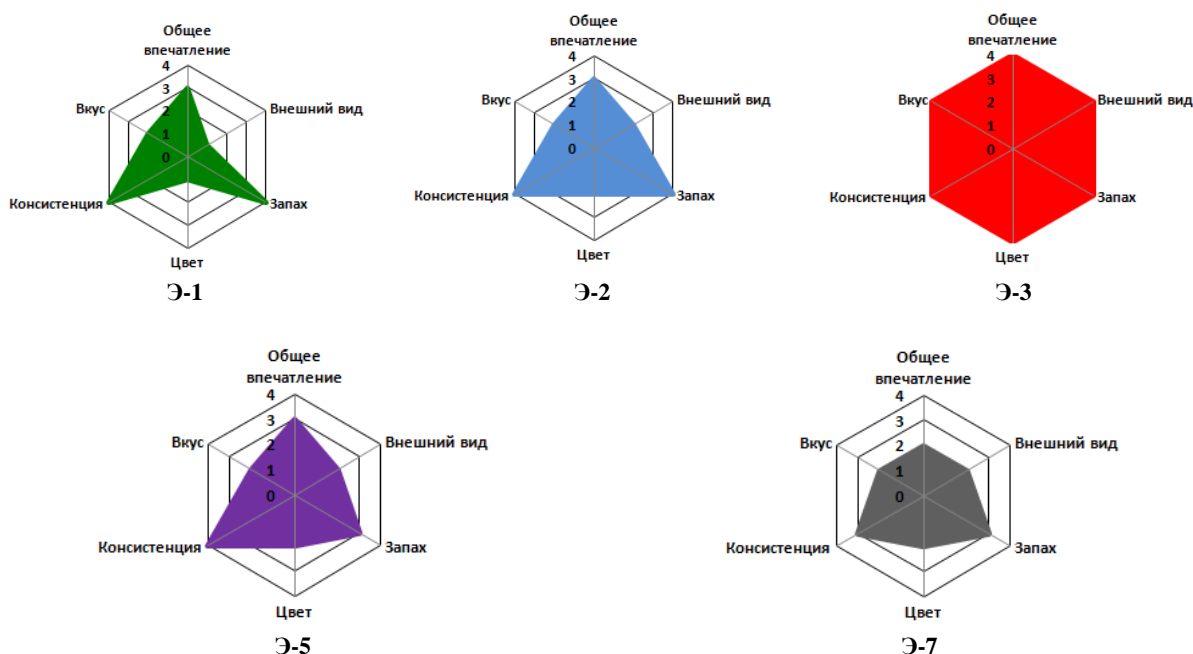


Рис. 2. Профилограммы качества макаронных изделий с красными водорослями

Как видно из рисунка 2, наиболее высокие органолептические показатели были определены у образца с добавлением водорослей 3% от массы муки. Такая добавка была выбрана как рациональная.

Пищевую ценность макарон определяли по химическому составу с учетом их потребления в общепринятых количествах [18]. Растительные компоненты, входящие в состав продуктов, влияют не только на органолептические свойства, но и на пищевую ценность продукта [19, 20].

Для расчета пищевой ценности макарон определяли количества воды, белка, жира и золы. Содержание углеводов определяли косвенным методом.

Степень удовлетворения суточной потребности в основных веществах и энергии определяли методом расчёта интегрального сора с учетом суточной потребности организма человека в основных веществах (в белках – 80–100 г, в углеводах – 400–450 г, в жирах – 80–100 г, в энергии – 2850 ккал). Степень удовлетворения в основных веществах и энергии при употреблении 100 г макарон представлена в таблице 5.

Таблица 5

Степень удовлетворения в основных веществах и энергии при употреблении 100 г макарон с красными водорослями

Образец	Степень удовлетворения, %			
	в белке	в липидах	в углеводах	в энергии
К	11,56	1,22	16,82	12,07
Э-3	11,56	1,16	17,11	11,99

Макаронные изделия, приготовленные с красными водорослями, содержат все основные нутриенты. В состав продукта входят в небольшом количестве жиры, растительные углеводы, в том числе балластные, а также минеральные вещества и витамины. По значению энергетической ценности макароны можно отнести к среднекалорийным.

Результаты определения физико-химических показателей макаронных изделий представлены в таблице 6.

Таблица 6

Сравнительные физико-химические показатели макаронных изделий

Наименование показателя	Норма по ГОСТ Р 51865	Образец макаронных изделий					
		К	Э-1	Э-2	Э-3	Э-5	Э-7
Влажность изделий, %	Не более 13	7,8	7,9	7,4	7,2	7,1	8,3
Кислотность изделий, град	Не более 4	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5
Зола, не растворимая в 10%-ном растворе HCl, %	Не более 0,2	0,14	0,14	0,15	0,17	0,17	0,19
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %	Не более 1,1	0,82	0,86	0,88	0,89	0,92	0,95
Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %	Не более 6,0	4,2	4,0	4,0	3,8	3,6	3,5
Сохранность формы сваренных изделий, %	Не менее 100	100	100	100	100	100	100

Как видно из таблицы, по физико-химическим показателям качества все образцы макаронных изделий соответствовали требованиям ГОСТ Р 51865 «Изделия макаронные. Общие технические условия» [21].

Разработанную технологию можно внедрить в производство на базе кулинарных цехов, в сети ресторанов и кафе, промышленных предприятий, производящих макаронные изделия.

Результаты проведенных исследований показали возможность расширения ассортимента макаронных изделий за счет добавления водорослей. Кроме того, предложенная технология окажется одним из шагов, направленных на повышение интереса производителей и потребителей к красным водорослям как комплексной добавке в пищевые продукты.

Литература

1. Введение в технологии продуктов питания / И.С. Витол, В.И. Горбатюк, Э.С. Горенков и др.; под ред. А.П. Нечаева. – М.: ДеЛи плюс, 2013. – 720 с.
2. URL: <http://uchit.net/catalog/Kulinariya/102806/>

3. URL: <http://www.5rik.ru/better/article-102806.htm>
4. *Ефимова М.В., Ефимов А.А., Леонова Т.Н.* Характеристика ассортимента макаронных изделий // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практич. конф. (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – С. 73–80.
5. URL: http://www.0zn.ru/referaty_po_marketingu/kurso_vaya_rabota_analiz_assortimenta_i_4.html
6. *Кругляков Г.Н.* Основы товароведения продовольственных товаров. – М.: Экономика, 1984 – 247 с.
7. *Клочкова Н.Г., Березовская В.А.* Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология и химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с.
8. *Перестенко Л.П.* Красные водоросли дальневосточных морей России. – СПб.: ОЛЬГА, 1994. – 332 с.
9. *Барашков Г.К.* Сравнительная биохимия водорослей. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 336 с.
10. *Усов А.И.* Полисахариды красных морских водорослей // Прогресс химии углеводов. – М.: Наука, 1985. – С. 77–96.
11. *Усов А.И.* Проблемы и достижения в структурном анализе сульфатированных полисахаридов красных водорослей // Химия растительного сырья. 2001. – № 2. – С. 7–20.
12. *Леонов Д.В., Муратова Е.И., Дворецкий С.И.* Системный подход к разработке кондитерских изделий функционального назначения // Вестник ТГТУ. – 2011. – № 4. – С. 979–990.
13. *Саут Р., Уиттик А.* Основы альгологии. – М.: Мир, 1990. – 597 с.
14. *Виноградова К.Л.* Отдел красные водоросли (Rhodophyta) // Жизнь растений / Под ред. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – Т. 3. – С. 192–250.
15. *Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э.* Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. – Т. 2. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – С. 176.
16. *Якушева И.А., Ефимов А.А., Ефимова М.В.* Влияние дезинтеграции биомассы на экстрагирование фикобилиновых пигментов синезеленых и красных водорослей // Вестник КамчатГТУ, 2012. – № 19. – С. 56–60.
17. ГОСТ Р 52377. Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества. – М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с.
18. *Покровский А.А.* О биологической и пищевой ценности продуктов питания // Вопросы питания. – 1975. – № 3. – С. 25–40.
19. *Богданов В.Д., Сафронова Т.М.* Структурообразователи и рыбные композиции. – М.: ВНИРО, 1993. – 172 с.
20. *Скурихин И.М., Тутельян В.А.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов. – М.: Дели принт, 2008. – 276 с.
21. ГОСТ Р 51865. Изделия макаронные. Общие технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2010. – 15 с.

УДК 664.68:639.64

А.П. Зенина, М.В. Ефимова, А.А. Ефимов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Приведен анализ литературных данных о направлениях обогащения мучных кондитерских изделий. Представлена краткая характеристика химического состава бурых и красных водорослей как добавки в мучные кондитерские изделия. Показаны результаты разработки рецептуры мучных кондитерских изделий с бурыми и красными водорослями на основе органолептической оценки. Приведены физико-химические показатели качества изделий.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, красные водоросли, бурые водоросли, обогащение.

A.P. Zenina, M.V. Efimova, A.A. Efimov

*¹Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: efimova-ff@mail.ru*

ALGAE USAGE IN BAKERY CONFECTIONERY TECHNOLOGY

The analysis of literature data on bakery confectionery fortification is given. A brief description of chemical composition of brown and red algae as a bakery confectionery additive is presented. The results of developing the formulation of bakery confectionery with brown and red algae on the basis of organoleptic estimation are considered. Physical-chemical characteristics of the product quality are shown.

Key words: bakery confectionery, red algae, brown algae, fortification.

Среди факторов питания, имеющих особое значение для поддержания здоровья человека важнейшую роль играет полноценное и регулярное снабжение организма всеми необходимыми витаминами, макро- и микроэлементами. Недостаточное потребление микронутриентов в настоящее время является массовым и постоянно действующим фактором, оказывающим отрицательное влияние на здоровье, рост и жизнеспособность всего населения.

Наиболее эффективным и экономически доступным способом кардинального улучшения обеспеченности населения микронутриентами является регулярное включение в рацион продуктов, обогащенных этими ценными пищевыми веществами до уровня, соответствующего физиологическим потребностям человека – функциональных продуктов. С этой целью в большинстве стран мира осуществляется обогащение муки, макаронных, кондитерских и хлебобулочных изделий, безалкогольных напитков, молока, кисломолочных продуктов и т.п. [1].

В основе технологий функциональных продуктов питания лежит модификация традиционных продуктов, обеспечивающая повышение содержания полезных ингредиентов до уровня, соотносимого с физиологическими нормами их потребления (10–15% от средней суточной потребности). Перспективным объектом модификации с целью формирования функциональных свойств являются хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, относящиеся к продуктам повседневного спроса, регулярного потребления [2, 3], ассортимент которых в последнее время активно пополняется в связи с их особой привлекательностью для детей и молодежи [1].

В настоящее время разработано значительное количество рецептов и технологий мучных кондитерских изделий с добавлением овощных, плодово-ягодных добавок, компонентов животного происхождения.

В последние годы в рецептуры кондитерских изделий стали вводить морские водоросли (морскую капусту, фукусы). В то же время в литературе не встречается упоминание об использовании в мучных кондитерских изделиях других водорослей. В водорослях содержатся полисахариды, пигменты, являющиеся биологически активными веществами, витамины, макро- и микроэлементы. При введении в рецептуры водорослевых добавок решаются сразу две задачи: продукт обогащается ценными компонентами, и структура его становится более стабильной. Стабилизация структуры происходит за счёт водорослевых полисахаридов (каррагинанов, агара, агароида, фуцелларана и др.), которые играют роль структурообразователей. Морские водоросли являются ценным и сравнительно недорогим источником для производства продуктов массового, функционального и специализированного питания [4].

Изучение представленного в торговой сети г. Петропавловска-Камчатского [3] ассортимента мучных кондитерских изделий показало, что при значительном разнообразии применяемых в изделиях начинок, водоросли в настоящее время в качестве добавки, как в тестовую основу, так и в начинки, не встречаются.

В связи с изложенным выше актуальным направлением является разработка технологии мучных кондитерских изделий, содержащих в составе морские водоросли.

Актуальность проводимых исследований обусловлена тем, что концепция здорового питания, получившая признание во многих странах, в том числе в России, определяет приоритетные направления исследований в области пищевой технологии и создания новых продуктов. В последнее десятилетие большинство стран проявляют заинтересованность в использовании водных биоресурсов, занимающих значительное место в обеспечении населения эссенциальными биологически активными веществами уникальной химической природы.

Введение в состав мучных кондитерских изделий водорослевых добавок позволит расширить ассортимент продукции, обеспечит повышение пищевой ценности изделий, позволит повысить технологические свойства начинок благодаря гелеобразующим свойствам полисахаридов водорослей. В связи с тем, что выделение из водорослей полисахаридов – процесс сложный, трудоемкий, энергоёмкий и экологически небезвредный, сопровождающийся потерей других ценных компонентов, целесообразно использовать в качестве пищевых волокон не изолированных полисахаридов, а самих водорослей с полисахаридами в составе. Кроме того введение начинки позволит существенно снизить калорийность мучных кондитерских изделий за счет добавления достаточно больших (до 25% в рецептуре) количеств пищевых волокон и микронутриентов [5].

Целью наших исследований являлась разработка технологии мучных кондитерских изделий с морскими водорослями в качестве полифункциональной комплексной добавки.

Нами предложено применять в качестве добавки при производстве мучных кондитерских изделий бурые морские водоросли рода *Alaria* и красные водоросли рода *Palmaria*, запасы которых достаточно обширны в прикамчатских водах, а сами водоросли характеризуются богатым набором витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, наличием ценных полисахаридов, обладающих гелеобразующими свойствами, наличием фотопигментов, обладающих антиоксидантным действием. Так, красные водоросли рода *Palmaria* содержат пигменты фикоэритрин и фикоцианин, пектиновые вещества, а *P. stenogona*, в частности, богаты эйкозапентаеновой кислотой [6], обладают антибактериальной и физиологической активностью. Указанные вещества входят в группу функциональных ингредиентов.

Самым массовым видом рода *Alaria* в прикамчатских водах является *A. angusta* [7]. Алярии содержат комплекс витаминов, минеральных веществ, являются источником маннита, альгинатов. С точки зрения функциональности альгиновую кислоту и ее соли относят к пищевым волокнам.

Аспирантами и магистрантами кафедры «Технологии пищевых производств» был определен общий химический состав красных водорослей рода *Palmaria* и бурых водорослей рода *Alaria*. Результаты определения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Общий химический состав красных водорослей *Palmaria stenogona*

Водоросли	Содержание воды, %	Содержание золы, % от сухого вещества	Содержание органической части, % от сухого вещества	Содержание общего азота, % от органической части	Содержание фотопигмента фикоэритрина, г / кг воздушно-сухих водорослей
<i>Palmaria stenogona</i>	87,44	99,33	0,66	10,67	6,29
<i>Alaria angusta</i>	10,90	99,46	0,54	8,82	–

Как видно из таблицы 1, исследованные образцы водорослей характеризуются высоким содержанием минеральных компонентов (золы). Кроме того при исследовании на спектрофотометре Leki SS2109UV в пигментном составе красных водорослей были идентифицированы хлорофилл *c*, хлорофилл *a*, каротиноиды, фикоэритрин, в пигментном составе бурых водорослей – хлорофилл *c*, хлорофилл *a*, незначительное количество каротиноидов.

Исходя из вышеизложенного, красные и бурые водоросли можно рассматривать как компонент функциональных продуктов питания.

Разработаны рецептуры теста для сдобного песочного печенья. В процессе проводимых исследований за основу принимали рецептуру теста для печенья песочно-выемного «Круглого» [8, 9], приведенную в таблице 2.

Таблица 2

Рецептура печенья «Круглого» (контрольный образец)

Ингредиент	Расход сырья на 1000 г готовой продукции (в натуре)	Расход сырья на 100 г муки
Мука пшеничная высшего сорта, г	560,94	100,00
Пудра сахарная, г	184,83	32,95
Масло сливочное, г	375,95	67,02
Меланж, г	56,11	10,00
Пудра ванильная, г	2,80	0,50

Для замешивания теста использовали водоросли, высушенные при температуре 30°C до содержания воды 3% для повышения хрупкости при измельчении. Водоросли измельчали до порошкообразного состояния в кофемолке «Bosh».

Полученный водорослевый порошок просеивали через сито с размером ячеек 0,5 × 0,5 мм. Для замеса теста порошок вносили непосредственно в муку [2], перемешивали и затем просеивали вместе с мукой для аэрирования. Водорослевый порошок добавляли в муку в количестве от 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 г на 100 г муки. В зависимости от количества вносимого водорослевого порошка соответственно снижали количество вносимой сахарной пудры. Контрольный образец печенья (без добавления водорослей) и образцы печенья с красными и бурыми водорослями представлены на рисунках 1 и 2.

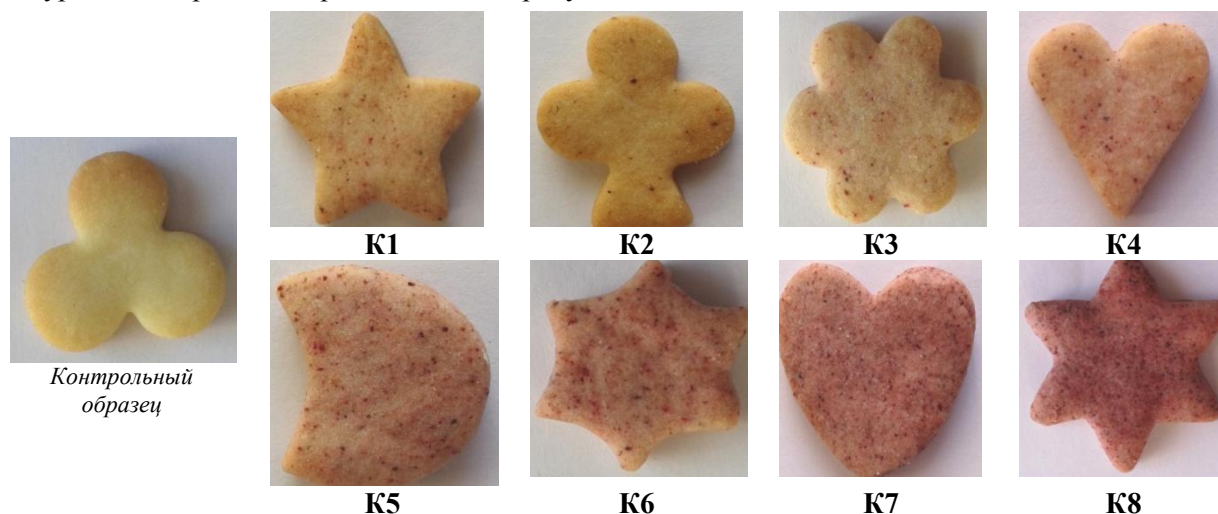


Рис. 1. Образцы печенья с красными водорослями рода *Palmaria*

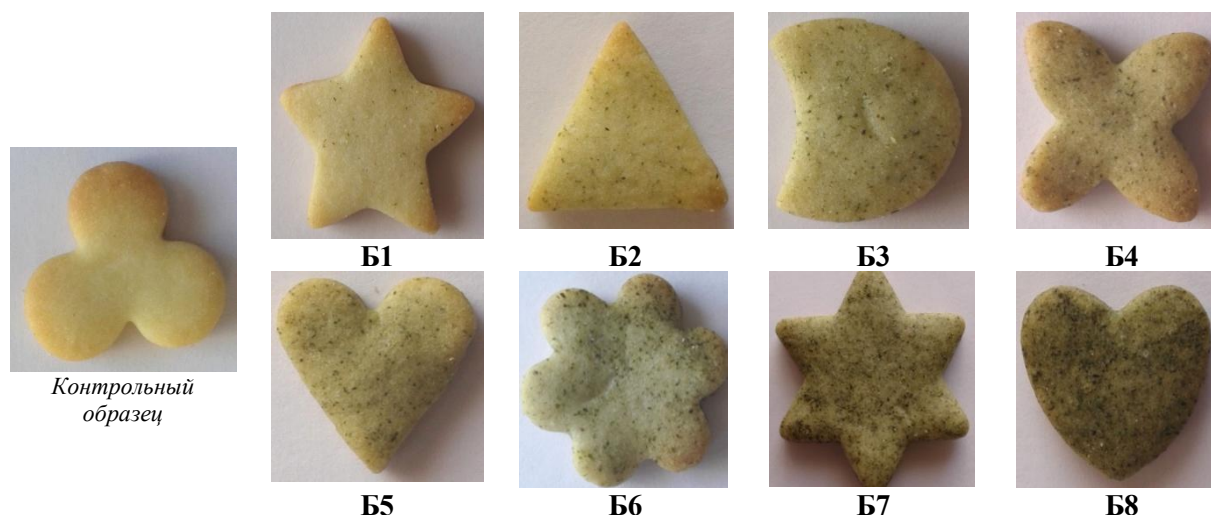


Рис. 2. Образцы печенья с бурыми водорослями рода *Alaria*

Рациональное количество вносимой водорослевой добавки определяли органолептически. По совокупности свойств рациональной была признана дозировка бурых водорослей 1,0 г на 100 г муки (образец Б2), для красных водорослей рациональными признаны все образцы.

Исследованы показатели качества сдобного песочного печенья в соответствии с ГОСТ 24901 «Печенье. Общие технические условия» [10]. Определяли влажность изделий, содержание общего сахара, жира, золы, щелочность, намокаемость печенья [11–15].

Массовую долю влаги в процентах определяли высушиванием навески образца при определенной температуре и вычислением потери массы по отношению к навеске. Определение золы, не растворимой в 10-процентном растворе соляной кислоты проводили обработкой при нагревании общей золы соляной кислотой и осаждении нерастворимого осадка. Массовую долю жира в процентах определяли путем извлечения жира из предварительно гидролизованной навески изделия растворителем и определении количества жира взвешиванием после удаления растворителя из определенного объема полученного раствора. Содержание сахара в процентах определяли методом, основанным на восстановлении соли железа (III) оксидом меди (I) и последующем титровании восстановленного оксида железа (II) перманганатом. Намокаемость оценивали, устанавливая увеличение массы изделий при погружении в воду при температуре 20°C на время 2 минуты для сахарного печенья и определяя отношение массы изделий после намокания к массе сухих изделий в процентах. По всем показателям изделия соответствовали требованиям стандарта.

Приемлемость дозы вносимой водорослевой добавки определяли по органолептическим показателям. Профилограммы качества печенья с красными и бурыми водорослями представлены на рисунках 3 и 4 (более высокому качеству соответствует более высокий балл).

Как видно из рисунка 3, все образцы печенья с добавлением красных водорослей признаны рациональными. Из рисунка 4 видно, что наиболее приемлемым по органолептическим показателям являлся образец Б2 с добавлением бурых водорослей в количестве 1% от массы муки. Дальнейшие испытания проводили с образцами, принятыми как рациональные по результатам органолептической оценки.

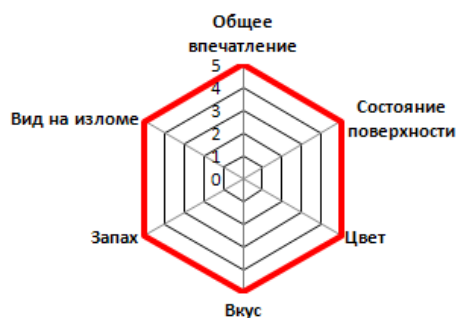


Рис. 3. Профилограмма качества образцов сдобного песочного печенья с красными водорослями рода *Palmaria* (образцы К1–К8)

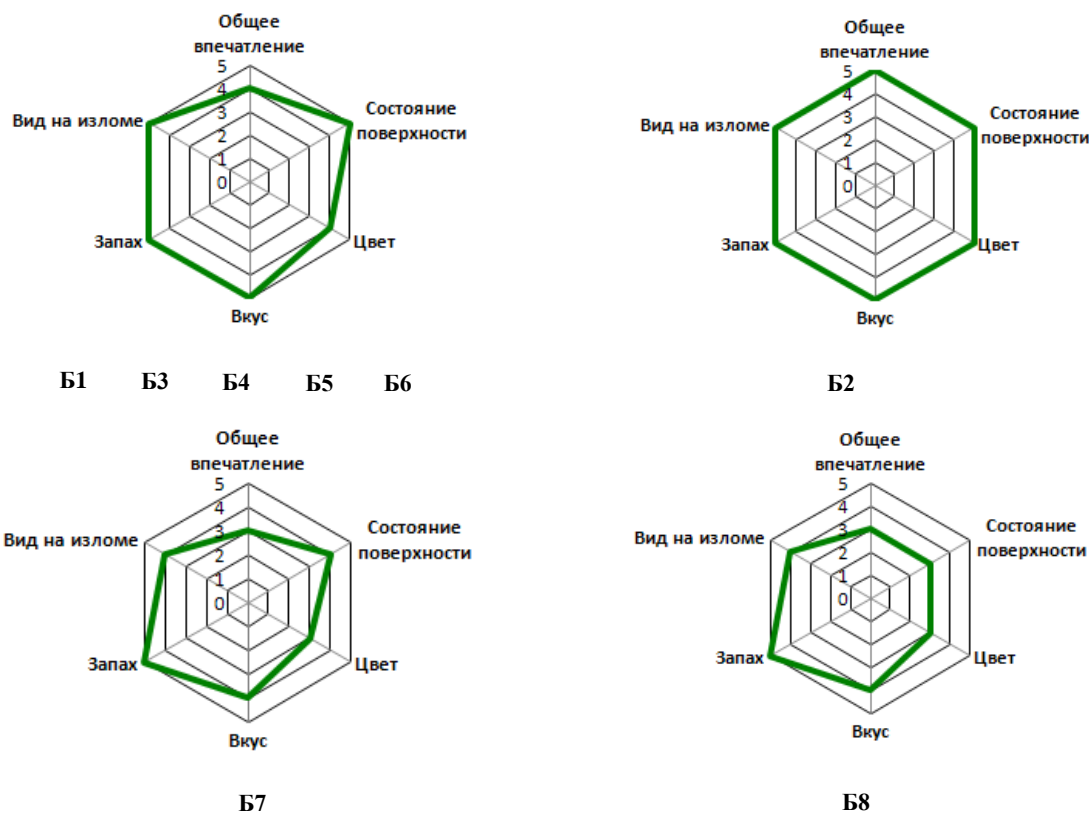


Рис. 4. Профилограмма качества образцов сдобного песочного печенья с бурыми водорослями рода *Alaria*

Результаты оценки физико-химических показателей образцов сдобного песочного печенья с морскими водорослями приведены в таблице 3.

Таблица 3

Физико-химические показатели образцов сдобного песочного печенья с морскими водорослями

Наименование показателя	Норма по ГОСТ 24901	Среднее значение для образцов
Влажность, %, не более	16,0	14,3
Массовая доля общего сахара (по сахарозе), %, не более	45,0	18,3
Массовая доля жира, %, не более	40,0	34,5
Щелочность в град, не более	2,0	1,4
Массовая доля золь, не растворимой в растворе с массовой долей соляной кислоты 10%, %, не более	0,1	0,08
Намокаемость, %, не менее	150	190

Как видно из таблицы 3, по физико-химическим показателям выбранные образцы соответствовали требованиям стандарта. Соответственно, при выборе дозировки вносимой водорослевой добавки определяющей можно считать органолептическую оценку образцов изделий.

Дальнейшие исследования разрабатываемой технологии направлены на определение пищевой и энергетической ценности образцов сдобного песочного печенья с красными и бурыми морскими водорослями.

Проведенные на данном этапе исследования доказывают возможность и актуальность расширения ассортимента мучных кондитерских изделий за счет введения ценного водорослевого сырья. В качестве сырья можно использовать водоросли-сырец, мороженые и сушеные водоросли, что обеспечит выпуск продукции независимо от сезона добычи водорослей. Сложность за-

ключается в отсутствии в настоящее время на Камчатке промышленной добычи красных и бурых водорослей. Однако разработка как можно большего количества рецептов и технологий различных видов продукции с добавлением водорослей в качестве полифункциональной добавки окажется предпосылкой для развития местного водорослевого промысла.

Литература

1. *Матвеева Т.В., Корячкина С.Я.* Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: Моногр. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – 358 с.
2. *Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М.* Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / Под общ. ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
3. *Зенина А.П., Ефимова М.В., Ефимов А.А.* Направления развития потребительского спроса и ассортимента мучных кондитерских изделий // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. (24–26 марта 2015 г.). – Ч. II. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 125–131.
4. *Мищенко О.В., Благодранова М.В.* Обоснование целесообразности использования бурых водорослей в технологии мучных кондитерских изделий // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – С. 116–120.
5. *Ефимова М.В., Задонская А.С., Зенина А.П.* Разработка рецептуры начинок с бурыми водорослями для мучных кондитерских изделий // Вестник КамчатГТУ. – 2015. – № 31 – С. 11–17.
6. *Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э.* Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. – Т. 2. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – С. 176.
7. *Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э.* Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. – Т. 1. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – С. 184.
8. *Анет Т.К., Пашук З.Н.* Справочник технолога кондитерского производства. – Т.1. Технологии и рецептуры. – СПб.: ГИОРД, 2004. – С. 516.
9. Сборник технических нормативов. Сборник рецептов на продукцию кондитерского производства / Сост. М.П. Могильный. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – С. 263.
10. ГОСТ 24901. Печенье. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 10 с.
11. ГОСТ 5900. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 8 с.
12. ГОСТ 5901. Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 6 с.
13. ГОСТ 5899. Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 17 с.
14. ГОСТ 5903. Изделия кондитерские. Методы определения сахара. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 34 с.
15. ГОСТ 10114. Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 2 с.

УДК 664.661.3:639.64

О.В. Мищенко, Н.С. Салтанова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Saltanova-ns@yandex.ru*

ВЛИЯНИЕ ВОДОРΟΣЛЕВОГО ОТВАРА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА И КАЧЕСТВО ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕГО

В статье рассмотрена целесообразность использования бурых водорослей как компонента рецептур хлебобулочных изделий. Доказано положительное влияние отвара водорослей на свойства теста. Исследовано качество хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, бурые водоросли, тесто, бродильная активность.

O.V. Mishchenko, N.S. Saltanova

*¹Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: Saltanova-ns@yandex.ru*

INFLUENCE OF ALGAE DECOCTION ON TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DOUGH AND QUALITY OF PRODUCTS FROM IT

The expediency of using brown algae as a component of bakery product formulations is considered. The positive effect of algae decoction on dough properties is proved. The quality of bakery products is studied.

Key words: bakery, brown algae, dough, fermentation activity.

История хлебопечения насчитывает около 5 тыс. лет, но современные способы приготовления хлебобулочных изделий принципиально не отличаются от способов, которые использовались в древнем Египте и Греции. С течением времени менялось качество и состав компонентов, режимы приготовления становились более точными и сложными, но в своей основе выпекание осталось выпеканием.

В настоящее время хлебопекарное производство является одной из крупнейших отраслей пищевой промышленности [1, 2]. Ежедневно выпекается около 96 тыс. тонн хлеба. Существенно изменился ассортимент хлеба [3–5]. Увеличился спрос на хлебобулочные изделия из сортовой муки. В связи с этим доля изделий из этой муки возросла с 86 до 92,5%, при снижении доли изделий из обойной муки с 45 до 7,5%. Удельный вес хлеба из ржаной обдирной муки и смеси сортов этой муки с пшеничной сортовой мукой возрос с 6,9 до 25,5% [3].

В последние годы хлеб рассматривается как функциональный продукт питания, с употреблением которого человек получает необходимые ему биологически активные соединения. Поэтому в настоящее время ведется большая работа по расширению и улучшению ассортимента хлебобулочных изделий, новых диетических и лечебных сортов хлеба, в которые добавляются фосфатиды, сухое молоко, соевая мука, пектиновые вещества и др. [3, 6, 7].

По литературным данным, при производстве хлебобулочных изделий с начинками в качестве добавок применяются самые различные вещества и продукты, и вносятся они с различными целями: мясо, рыба, грибы, фрукты, овощи, ягоды, творог и др. – для придания оригинальных вкусоароматических характеристик или обогащения продукта белками, минеральными веществами и витаминами, целлюлоза, клетчатка и другие полисахариды различного происхождения – для обогащения изделия балластными веществами [4, 8, 9].

В настоящее время в большинстве стран осуществляется обогащение пищевых продуктов полным набором необходимых человеку полезных веществ с целью повышения биологической ценности продукта, создания функциональных продуктов питания. Для повышения этого показателя существует ряд технологических приемов, одним из которых является улучшение состава готового продукта путем применения биологически ценного натурального сырья, в том числе растительного происхождения [6, 10–13]. Так, разработана технология хлебобулочных изделий функционального назначения с использованием семян амаранта (разработчик – Шмалько Н.А., Краснодар, 2005), разработана технология сахарного печенья функционального назначения (разработчик – Духу Т.А., Москва, 2004), усовершенствована технология рыбомучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности с использованием сушеного лабазника и рыбного бульона (разработчик – Паκляченко С.А., Владивосток, 2010) [14].

Развитие пищевой промышленности ведет к поиску новых видов продукции, которая удовлетворяла бы потребительский спрос по пищевой ценности, показателям безопасности, а также вкусовым характеристикам.

Бурые водоросли являются ценным, доступным и сравнительно недорогим источником обогащения. Бурые водоросли семейства Laminariaceae – *Saccharina bongardiana* – являются одними из самых массовых представителей бурых водорослей Камчатки [15, 16]. Поэтому целесообразно использовать именно этот вид. Запасы этих водорослей (морской капусты) являются достаточно обширными в прикамчатских водах, а сами водоросли характеризуются богатым набором витаминов, микро- и макроэлементов, в т. ч. значительным содержанием йода, способствующего лечению и профилактике йододефицитных состояний; наличием альгиновой кислоты, которая имеет свойство выводить из организма тяжелые металлы, маннита, который способствует пищеварению и обладает диуретическим действием [16].

Добавки в хлебобулочные изделия можно использовать как компоненты рецептуры тестовых заготовок, а также в качестве начинок.

Использование бурых водорослей *Saccharina bongardiana* в качестве компонента начинки хлебобулочных изделий (пирожков печеных) и внесение в тесто отвара, оставшегося после варки водорослей, позволяет рационально использовать сырье, при этом не допустить потерю ценных веществ, перешедших в отвар при варке.

Нами были проведены исследования по определению влияния водорослевого отвара в составе рецептуры теста на его технологические свойства.

Для приготовления отвара сушеные бурые водоросли *Saccharina bongardiana* замачивали в воде на 30 минут при гидромодуле 10, после приобретения водорослями гибкости их варили до мягкой консистенции в течение 60 минут. Полученный отвар сливали и охлаждали.

Содержание сухих веществ в отваре определяли с помощью рефрактометра ИРФ–454 Б2М, при этом их количество составило 1%.

Для проведения исследований готовили один контрольный образец и три образца теста с добавлением отвара (с различным соотношением отвара и воды), рецептуры которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Рецептуры дрожжевого теста хлебобулочных изделий

Наименование сырья	Расход на 1 кг, г			
	Контрольный образец	Опытный образец 1	Опытный образец 2	Опытный образец 3
Мука пшеничная в/с	560	560	560	560
Сахар-песок	40	40	40	40
Масло сливочное или маргарин	60	60	60	60
Яйца	60 (1½ шт.)	60 (1½ шт.)	60 (1½ шт.)	60 (1½ шт.)
Соль поваренная	7	7	7	7
Дрожжи сухие	7	7	7	7
Отвар морской капусты	–	145	218	290
Вода	290	145	72	–
Выход, г	1000	1000	1000	1000

Тесто приготавливали безопарным способом. Брожение теста проводили в течение 2,5 часов при температуре 37°C. В процессе брожения делали две обминки.

Технологические свойства теста оценивали в процессе брожения органолептически. При этом было выявлено, что тесто, приготовленное на отваре водорослей, по сравнению с тестом на воде получается менее липким, более пластичным. Причём чем выше количество отвара в рецептуре, тем лучше свойства теста. Кроме того, было замечено, что поднимается быстрее тесто, приготовленное на водорослевом отваре. Можно предположить, что добавление отвара в тесто не только улучшает его структурно-механические свойства (липкость, пластичность), но и благоприятно влияет на жизнеспособность дрожжей, в результате чего ускоряется процесс брожения.

Для определения влияния водорослевого отвара на жизнеспособность дрожжей нами исследовались показатели их бродильной активности (подъёмная сила дрожжей, скорость газообразования и изменение цвета индикатора).

Определение подъёмной силы дрожжей методом А.И. Островского основано на установлении быстроты подъема теста по скорости всплывания шарика теста в воде (при этом стакан с водой помещали в термостат и выдерживали при температуре 35°C). Чем быстрее дрожжи поднимают тесто, тем они активнее. Быстротой подъема считают количество минут, прошедших со времени опускания шарика теста в воду до момента его всплывания. Всплывание происходит тем скорее, чем быстрее увеличивается объем теста. Плотность свежесмешанного теста около 1,4 г/см³. В процессе брожения она уменьшается за счет выделения и накопления углекислого газа. Когда плотность шарика станет меньше единицы, он всплывает.

Метод определения активности микроорганизмов по скорости изменения окраски метиленового синего основан на изменении цвета индикатора под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов. Навески теста (контрольный и опытные образцы) растирали в ступке с двукратным количеством воды, предварительно нагретой до 40°C, приливая воду постепенно небольшими порциями. Приготовленную пробу переносили в пробирку, куда добавляли водный раствор метиленового синего, содержимое перемешивали до равномерного распределения краски и помещали пробирку в водяную баню при температуре 40°C. Активность микроорганизмов в полуфабрикатах определяли по скорости перехода окраски – чем более активны микроорганизмы, тем быстрее происходит изменение цвета пробирок с индикатором.

Показатели бродильной активности приведены в таблице 2.

Таблица 2

Изменение показателей бродильной активности

Показатель	Образцы			
	Контрольный образец	Опытный образец 1	Опытный образец 2	Опытный образец 3
Подъёмная сила дрожжей, мин	7,0	7,0	7,0	7,0
Скорость изменения окраски метиленового синего, мин	45	45	40	40

Из данных таблицы 2 можно сделать вывод, что подъёмная сила дрожжей во всех образцах одинакова, но скорость изменения окраски индикатора выше в опытных образцах 2 и 3 по сравнению с контрольным образцом и опытным образцом 1, из чего следует, что водорослевой отвар оказывает положительное влияние на жизнеспособность дрожжевых клеток.

Для определения скорости газообразования замешивали в ёмкости опару на воде (контрольный образец) и на отваре (опытный образец), добавляли к ней 40-процентный раствор глюкозы, всё тщательно перемешивали и набирали 1 см³ исследуемой массы в одноразовый медицинский шприц, стараясь избежать образования пузырьков воздуха. Выдавливали остатки воздуха из шприца и герметично запаивали конец, шприцы ставили в термостат при температуре 30°C и наблюдали за высотой подъёма поршня в процессе выдерживания шприцев в термостате. По высоте подъема поршня определяли количество выделившегося CO₂ и оценивали бродильную активность дрожжей.

На рисунке 1 приведена зависимость изменения объёма выделившегося углекислого газа в образцах через определенные промежутки времени при выдерживании их в термостате.

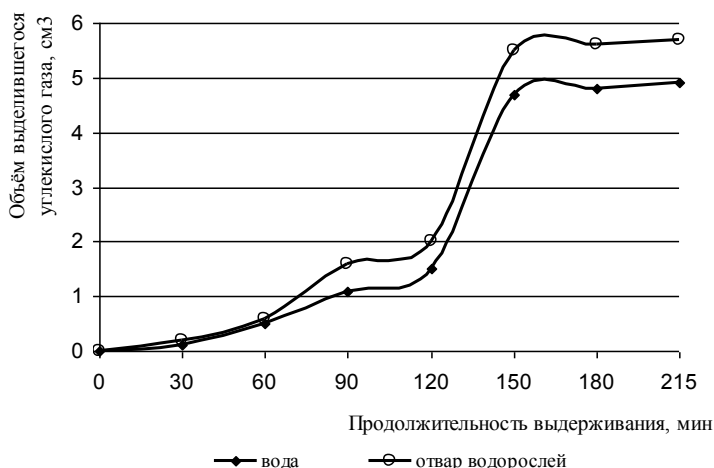


Рис. 1. Зависимость изменения объёма выделившегося углекислого газа от продолжительности выдерживания

Из данных рисунка видно, что более интенсивное выделение углекислого газа происходило в опытном образце. При этом в течение первых двух часов выделение CO_2 происходило не слишком интенсивно (в опытном образце достигало 2 см^3 , в контрольном – $1,5 \text{ см}^3$), а затем произошел резкий скачок и увеличение выделившегося CO_2 до $5,5 \text{ см}^3$ в опытном образце и до $4,7 \text{ см}^3$ в контрольном. При дальнейшем выдерживании подъем поршня значительно замедляется и за последующий час увеличивается всего на $0,2 \text{ см}^3$, поэтому дальнейшее выдерживание посчитали нецелесообразным.

На рисунке 2 приведено изменение высоты подъёма поршня шприцев после выдерживания в термостате в течение трёх часов. При этом видно, что общий объём (объём набранного материала для анализа и объём выделившегося CO_2) в шприце с опытном образцом $6,6 \text{ см}^3$, в шприце с контрольным образцом – $5,8 \text{ см}^3$.

После определения влияния водорослевого отвара на свойства теста, тесто разделявали на порции массой 100 г , округляли, укладывали на противень на расстоянии 10 см друг от друга, чтобы во время расстойки и выпечки они не соединились. Расстойку проводили в течение 30 мин . Затем выпекали при температуре 200°C в течение $25\text{--}30 \text{ минут}$.

После выпечки и охлаждения оценивали качество хлебобулочных изделий, обращая внимание на состояние мякиша в контрольном и опытных образцах. При этом исследовали органолептические и физико-химические показатели (табл. 3).



Рис. 2. Увеличение высоты подъёма поршня в результате выделения диоксида углерода

Таблица 3

Органолептические и физико-химические показатели хлебобулочных изделий

Наименование показателей	Характеристика образцов			
	Контрольный образец	Опытный образец 1	Опытный образец 2	Опытный образец 3
Внешний вид	Форма правильная; поверхность гладкая, глянцевая; в разрезе корочки тонкие			
Консистенция мякиша	Пропеченный, не влажный на ощупь, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму			
Пористость мякиша	С равномерной тонкостенной и мелкой пористостью, поры овальной формы			
Цвет поверхности	Поверхность от золотистого до светло-коричневого цвета			
Вкус и запах	Свойственные данному виду изделия, без посторонних; в опытных образцах с едва уловимым привкусом и запахом водорослей			
Массовая доля воды, %	33	32	30	30
Массовая доля сахара в пересчёте на сухое вещество, %	5,8	5,8	5,8	5,8
Кислотность, °Н	2,8	2,4	2,2	2,1

Органолептические и физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий (табл. 3) показывают, что все образцы изделий соответствуют требованиям стандарта [17, 18].

Проведенные исследования показали, что внесение водорослевого отвара улучшает технологические свойства теста, положительно влияет на бродильную активность дрожжей и позволяет получить хлебобулочные изделия с высокими органолептическими показателями, при этом использование отвара способствует рациональному использованию водорослевого сырья Камчатского края и повышает пищевую ценность готовых изделий.

Литература

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 416 с.
2. Дробот В.И. Справочник инженера-технолога хлебопекарного производства. – Киев: Урожай, 1990. – 280 с.
3. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 296 с.
4. Паиук З.Н., Анет Т.К., Анет И.И. Технология производства хлебобулочных изделий. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 400 с.
5. Пащенко Л.П., Жаркова И.М. Технология хлебобулочных изделий. – М.: Колос С, 2006. – 389 с.
6. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, С.А. Хуршудян, О.Г. Шубина; под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
7. Шилкина Е.П. Ингредиенты для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2007. – № 12. – С. 12–14.
8. Бутейкис И.Г., Жукова А.А. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 298 с.
9. Технология мучных кондитерских и хлебобулочных изделий / Под общ. ред. Г.М. Лисюк. – М.: Университетская книга, 2009. – 464 с.
10. Коновалов К.Л., Шульбаева М.Т., Мусина О.Н. Пищевые вещества животного и растительного происхождения для здорового питания // Пищ. пром-сть. – 2008. – № 8. – С. 10–12.
11. Панов Д.П. Обогащение продуктов питания массового потребления // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2007. – №1. – С. 30–31.
12. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / Под ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
13. Биологически активные добавки в питании человека / В.А. Тутельян, Б.П. Суханов, А.Н. Австриевских, В.М. Позняковский. – Томск: Изд-во НТЛ, 1999. – 296 с.
14. Пакляченко С.А. Совершенствование технологии рыбомучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности: Дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2010. – 163 с.
15. Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова Л.П. Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – 112 с.
16. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология и химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с.
17. Благоднравова М.В., Мищенко О.В., Исследование физико-химических показателей и пищевой ценности хлебобулочных изделий (пирожков печеных) с добавлением бурых водорослей // Вестник КамчатГТУ. – 2015. – № 33. – С. 18–21.
18. Мищенко О.В., Благоднравова М.В. Органолептическая оценка хлебобулочных изделий с начинками с добавлением бурых водорослей. // Вестник КамчатГТУ. – 2015. – № 32. – С. 34–43.

УДК 664.661.3:639.64

О.В. Мищенко, Н.И. Солодухина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;
e-mail: olga.mishenko@list.ru*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУКУСОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В статье приведена характеристика свойств фукусковых водорослей. Рассмотрена возможность использования бурых водорослей *Fucus evanescens* Ag. в качестве функциональной добавки при производстве хлебопекарных изделий с начинками с целью повышения их биологической ценности. Показана целесообразность использования фукусов Камчатки в технологии хлебопекарных изделий с начинками.

Ключевые слова: бурые водоросли, фукус исчезающий, хлебопекарные изделия.

O.V. Mishchenko, N.I. Soloduhina

*¹Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;
e-mail: olga.mishenko@list.ru*

PROSPECTS FOR FUCUS ALGAE IN BAKERY PRODUCT TECHNOLOGY

The article describes the characteristics of fucus algae properties. The possibility of using brown algae *Fucus evanescens* Ag. as a functional additive in manufacturing bakery products with fillings to increase their biological value is considered. The expediency of using Kamchatka fucus in the technology of bakery products with fillings is shown.

Key words: brown algae, *Fucus evanescens* Ag., bakery products.

Фукусковые водоросли, как и ламинариевые, являются важнейшими представителями промысловых и потенциально промысловых видов бурых водорослей [1].

Фукусковые, как и другие бурые водоросли, являются продуцентами многих биологически активных веществ [2, 3]. Водоросли обладают способностью извлекать из морской воды и концентрировать в своих тканях различные микро- и макроэлементы. Содержание этих веществ, необходимых для нормального функционирования организма, в морских водорослях во много раз выше, чем в наземных растениях. Некоторые же полезные компоненты, обнаруженные в водорослях, в наземных растениях не встречаются. В фукусах содержится полный набор макро- и микроэлементов, входящих в состав организма человека. Эти элементы (К, Са, Mg, S, Sl, P, J, Fe, Ва и др.) в виде органических соединений полно и сбалансировано усваиваются организмом. Широчайший спектр витаминов (А, В₁, В₂, В₅, В₆, В_С, В₁₂, С, D, Е, К и др.), содержащихся в морских водорослях, способствует регулированию углеводного, пуринового, липидного обмена, быстрому восстановлению сил после болезни, повышению сопротивляемости организма инфекциям [4].

Уникальность морских водорослей обусловлена еще и тем, что их солевой состав очень близок к составу плазмы крови и тканевой жидкости организма человека. В фукусах содержится практически полный и удачно сбалансированный набор химических элементов, которые легко усваиваются, не окисляют жиры и витамины, не образуют вредных соединений [4, 5].

Очень важно, что фукусы богаты органически связанными йодом и селеном. Являясь богатейшим источником селена и йода, эти водоросли способствуют улучшению обменных процессов в организме, защищают от разрушающего воздействия свободных радикалов, стимулируют деятельность лимфатической системы, активизируют микроциркуляцию крови в верхних слоях эпидермиса.

Кроме этого, сочетание антиоксидантного действия биологически активных компонентов фукусов с энтеросорбционным эффектом содержащейся в них альгиновой кислоты обеспечивает радиопротекторное и детоксицирующее действие, включая выведение из организма радионуклидов, а также тяжелых металлов, в том числе свинца и ртути.

Вещества, содержащиеся в фукусах, способны повышать активность ферментов, участвующих в окислении липидов и превращении холестерина в желчные кислоты, препятствуют отложению холестерина на стенках кровеносных сосудов. Компоненты фукуса стимулируют регенеративные процессы, способствуя грануляции тканей, эпителизации и рубцеванию ран и язв. Также фукусы эффективны при воспалительных процессах, подавляют рост патогенной микрофлоры. Обладают антикоагулянтным действием, способствуют нормализации сосудистой проницаемости. Уникальный комплекс биологически активных веществ усиливает клеточный метаболизм, повышает эластичность и упругость кожных тканей, способствует релаксации, помогает бороться со стрессом, укрепляет защитные свойства эпидермиса [4].

Считается, что фукусы отличаются содержанием в своем химическом составе большого количества биологически активного вещества – фукоидана. В результате исследований было установлено, что благодаря фукоидану эти водоросли помогают укрепить иммунную систему человеческого организма, а также предотвратить возникновение и развитие некоторых видов болезнетворных бактерий и микроорганизмов.

Медики утверждают, что фукусы обладают иммунорегулирующими и противоопухолевыми способностями. Это означает, что частое употребление в пищу фукусов помогает свести к минимуму риск возникновения и развития злокачественных раковых опухолей. Эти водоросли играют важнейшую роль в лечении болезней, возникновение которых связано с неблагоприятным воздействием на человеческий организм окружающей среды [6].

Из фукусов готовят разнообразную пищевую продукцию, кондитерские изделия, тонизирующие напитки и др. [1]. Как правило, в пищу фукусы употребляют в составе салатов из морепродуктов или овощей, а также супов и закусок. Кроме того, в кулинарных целях применяют перетертые в порошок или сушеные водоросли, которые можно добавлять в приправы или смеси специй и пряностей.

Применение крупки из фукуса как функциональной добавки в технологии мучных кондитерских изделий исследовано А.Е. Тумановой. Проведенные анализы показали, что в фукусах содержатся (на 100 г сухого вещества): белки – 5,1%, жиры – 1,5%, углеводы – 36,0%, клетчатка – 7,2%, альгиновые вещества – 11,5%, йод – 160 мг [7].

Т.В. Плотниковой, Е.Н. Степановой и Е.В. Тяпкиной разработана рецептура сахарного печенья лечебно-профилактической направленности с биологически активной добавкой «Фукусы» [8].

Фукусы применяют в медицине и косметологии. Их используют для производства биологически активных добавок. Водоросли входят в состав косметических масок, кремов, мыла [6].

Одним из массовых видов бурых водорослей, растущих у берегов Камчатки, является фукус исчезающий (*Fucus evanescens* Ag.). Из фукусовых водорослей в альгофлоре Камчатки встречается только данный вид, но он имеет широкое распространение и значительные запасы [1].

Фукус исчезающий – ценное сырье, однако широкого промышленного применения пока не нашел. Поэтому он является перспективным видом.

Слоевиде у *Fucus evanescens* представляет собой разветвленные многолетние кустики 20–45 см высотой с вальковатыми у основания и уплощенными в средней и верхней частях растения линейными ветвями с центральной вздутой жилкой. Растет в среднем горизонте скалистой и каменистой прибойной и полузащищенной литорали. Предпочитает пологие участки дна. Чрезвычайно приспособлен к резким изменениям условий обитания [1].

Распространен вдоль всего западного и восточного побережий Камчатки. Основные запасы вида сосредоточены у северо-западного побережья, расположенного севернее м. Утхолокский. Биомасса вида варьирует от 0,5 до 30 кг/м². Особенности роста и спороношения растений обеспечивают его хорошую регенерацию и ежегодное, начиная с третьего-четвертого годов жизни, активное воспроизводство. Это является благоприятной предпосылкой для частичного ежегодного подрезания слоевищ при проведении промысла. Сроки добычи у фукусовых наступают в июле-августе [1].

Таким образом, *Fucus evanescens* является доступным сырьем.

В последние годы возрастает понимание необходимости использования в пищу натуральных продуктов, не содержащих химических добавок. В силу уникального химического состава водоросли все чаще используют в различных технологиях [1, 9]. При этом в одних случаях они используются как самостоятельные продукты, в других – как пищевые добавки, повышающие качество основных продуктов путем сохранения или улучшения их структуры, вкуса, внешнего вида и увеличения сроков годности [1].

Одним из перспективных направлений является использование фукусовых водорослей в технологии хлебопекарных изделий, так как данные изделия являются привычной составляющей и неотъемлемой частью пищевого рациона населения всех возрастов.

В настоящее время уделяется много внимания расширению и улучшению ассортимента хлебопекарных изделий, разработке новых диетических и лечебных сортов хлеба [10–13].

Однако опыт обогащения хлеба морскими водорослями показывает, что новая продукция отличается от традиционной непривычным запахом и цветом мякиша, заметным вкраплением водорослевых частиц. Такие изменения потребитель склонен оценивать как негативные, что является серьезным препятствием для реализации обогащенного водорослями хлеба.

Поэтому было предложено добавлять водоросли в начинки хлебопекарных изделий, что позволит получить продукцию функционального назначения (обогащенную витаминно-минеральным комплексом, а также биологически активными веществами) с гармоничным вкусом.

Таким образом, рассмотрев возможность использования фукусов Камчатки в технологии хлебопекарных изделий с начинками, можно сделать вывод, что данное направление является целесообразным и перспективным. Поскольку *Fucus evanescens* является распространенным видом на Камчатке, нет трудностей в его добыче в достаточных объемах. Благодаря ценному химическому составу использование данных водорослей в качестве добавки в начинки хлебопекарных изделий позволит повысить биологическую ценность традиционного продукта питания.

Литература

1. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 155 с.
2. Применение метаболитов морских организмов в народном хозяйстве и медицине / И.С. Ажгихин, Ю.Н. Шпаков, С.Д. Мехтиханов, В.Г. Гандель. – Кишинев: Штинца, 1990 – 292 с.
3. Аразашвили А.И. Биологически активные вещества и другие природные соединения морских водорослей. – Тбилиси: Мецниереба, 1980. – 336 с.
4. Морские водоросли фукус [Электронный ресурс]. – URL: <http://tsamax.su/komponents/morskie-vodorosli-fukus.html>
5. Фукус – водоросль долголетия [Электронный ресурс]. – URL: http://www.vedamost.info/2015/03/blog-post_37.html
6. Морские водоросли фукус [Электронный ресурс]. – URL: <http://findfood.ru/product/morskie-vodorosli-fukus>
7. Туманова А.Е. Разработка и научное обоснование технологий новых видов печенья функционального назначения: дис. ... д-ра. тех. наук. – М., 2006. – 380 с.
8. Плотникова Т.В., Степанова Е.Н., Тяпкина Е.В. Разработка рецептур и товароведная оценка печенья повышенной пищевой ценности // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 7. – С. 72–74.
9. Перспективы развития производства продукции из водорослей Дальневосточного бассейна // Рыбное хозяйство. – 1981. – № 10. – С. 77–78.
10. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 416 с.
11. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: Дели принт, 2006. – 296 с.
12. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, С.А. Хуршудян, О.Г. Шубина; под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
13. Шилкина Е.П. Ингредиенты для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2007. – № 12. – С. 12–14.

УДК 339.1:639.2(476)

Н.Е. Свирейко

*Белорусский государственный экономический университет,
Минск, 220070
e-mail: nsvireyko@mail.ru*

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА РЫБНЫХ ТОВАРОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В ходе исследования проведен анализ статистических данных о продаже, потреблении, производстве и импорте рыбных товаров в Республике Беларусь. Установлено, что потребление рыбных продуктов ниже рекомендуемой нормы, а структура их предложения на внутреннем рынке не является рациональной. Рассмотрено состояние рыбной отрасли Беларуси, выявлены проблемы ее развития, подчеркнута актуальность их решения в рамках государственных программ. Определены меры по сокращению импорта рыбных товаров.

Ключевые слова: рыбные товары, рынок, рыбная отрасль, потребление, производство, импортозамещение, ассортимент.

N.E. Svireyko

*Belarusian State Economic University,
Minsk, 220070
e-mail: nsvireyko@mail.ru*

STATE AND PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF FISH PRODUCT MARKET IN THE REPUBLIC OF BELARUS

As part of the study the analysis of statistical data on sales, consumption, production and import of fish products in the Republic of Belarus has been conducted. It is established that fish consumption is below the recommended standard and the structure of fish supply on the domestic market is not rational. The state of fish industry in Belarus, the problems of its development and the relevance of its solutions under State programmes are considered. Measures to reduce import of fish products are determined.

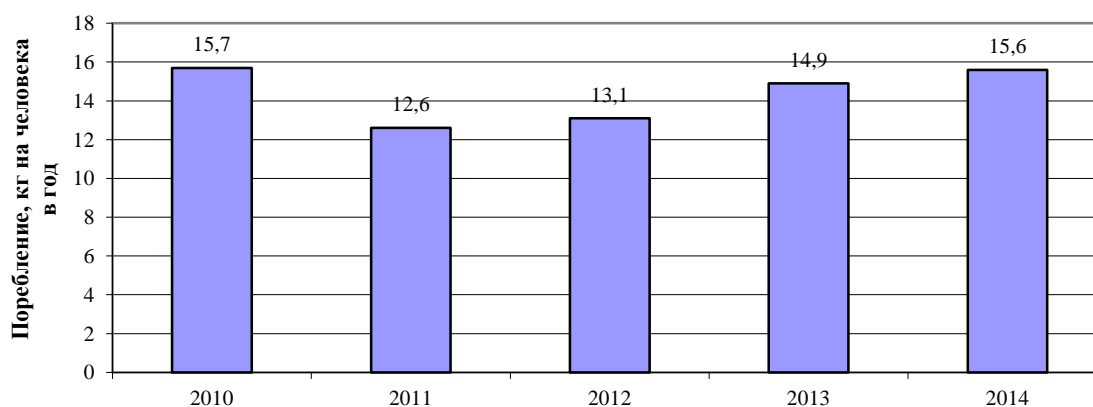
Key words: fish products, market, fishing industry, consumption, production, import substitution, assortment.

Рыбные товары занимают важное место среди других видов продовольствия, по уровню потребления которых оценивают качественную сторону питания населения. Они являются источником полноценных белков животного происхождения, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и минеральных элементов.

В мировом продовольственном балансе удельный вес рыбы и рыбопродуктов постоянно растет, что связано с развитием аквакультуры. Среднегодовое потребление рыбы в мире составляет около 20 кг на душу населения, при этом доля продукции аквакультуры приближается к 50%. Большую часть растущего мирового спроса обеспечивает промышленное выращивание рыбы и морепродуктов, которое увеличивается ежегодно почти на 7% [1].

Задачи исследования: оценить состояние рынка рыбных товаров в Республике Беларусь на основе анализа статистических данных о продаже, потреблении, производстве и импорте; выявить тенденции и основные проблемы в развитии рынка и рыбной отрасли.

В ходе исследования проведен анализ статистических данных о продаже, потреблении, производстве и импорте рыбы и рыбопродуктов. Установлено, что спрос на рыбные товары в Республике Беларусь, как и во всем мире, имеет тенденцию роста, о чем свидетельствует рост объемов их розничных продаж и потребления за 2011–2014 гг. Динамика потребления рыбы и рыбопродуктов в Республике Беларусь за 2010–2014 гг. представлена на рисунке [2, с. 45].



Потребление рыбы и рыбопродуктов в Республике Беларусь за 2010–2014 гг.

Наиболее популярны у белорусского населения свежемороженая рыба и рыбное филе, консервы и пресервы, балычные изделия, морепродукты. В меньшей степени пользуются спросом соленые, вяленые, сушеные и копченые рыбопродукты. В объеме продаж рыбы, ракообразных и моллюсков около 21 % составляют консервы и пресервы. Пресервы из сельди пользуются наибольшим спросом среди всех пресервов – их выбирают 75 % покупателей [3].

Однако уровень потребления рыбных товаров в стране отстает от рекомендуемой физиологической нормы (18,2 кг на человека в год), которая была достигнута в 2005 году. По сравнению с 2005 годом, уровень потребления рыбы и рыбопродуктов в Республике Беларусь снизился, в 2014 году он составил 15,6 кг на человека в год. Для сравнения: в России уровень потребления рыбной продукции на душу населения чуть выше, составляет около 18 кг в год.

Рост потребления рыбной продукции в последние годы обеспечивается за счет роста импорта. В связи с отсутствием выхода к морю, морская рыба и продукция из нее относятся к товарам критического импорта, в которых нуждается население Беларуси. По нашим подсчетам, рыба и рыбопродукты составляют около 9–10 % стоимости импорта продовольствия. Ввозится преимущественно мороженая, свежая или охлажденная рыба, рыбное филе, в меньших количествах – консервы, икра, рыба сушеная, соленая, копченая, ракообразные и моллюски. Основные страны-поставщики: Китай, Россия, США, Норвегия, Латвия, Турция, Исландия, Новая Зеландия, Уругвай и др. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, удельный вес импорта в розничных продажах возрос с 39,7 % в 2011 году до 51 % в 2014 году и 52,5 % в январе – сентябре 2015 года, т.е. в последние годы белорусский рынок зависит от импорта рыбы и рыбопродуктов более чем на 50 %. Таким образом, структура предложения рыбных товаров на внутреннем рынке не является рациональной.

С целью обеспечения продовольственной безопасности требуется оценка обоснованности роста импорта рыбных товаров, принятие ряда мер по его рационализации, наращиванию объемов собственного промысла и переработки рыбы. Определенные меры по обеспечению белорусского населения отечественной рыбной продукцией проводятся в рамках программ импортозамещения. Так, в результате реализации программ за 2001–2015 гг. объемы производства рыбы и рыбопродуктов, включая рыбные консервы, возросли почти в 3,5 раза. С целью расширения сырьевой базы осуществляется разведение не только традиционных промысловых рыб (каarp, толстолобик, амур, щука и прочие), но и рыб ценных пород (форель, сом, осетр). Программой развития рыбной отрасли на 2011–2016 гг. запланировано довести в 2016 году удельный вес рыб ценных пород с 2 до 15%.

В 2014 г. рыбохозяйственную деятельность в Беларуси осуществляли 359 организаций (в т.ч. фермерские хозяйства, рыбхозы), переработку и консервирование рыбы – 53 предприятия [4, с. 6]. Наиболее крупные поставщики рыбной продукции на белорусский рынок: СП «Санта Бремор» ООО (г. Брест), ОАО «Белрыба» (г. Минск, филиал в г. Браслав), СП «Леор Пластик» ООО (г. Новогрудок), ООО «Баренцево» (Минская обл.), «Вкус Рыбы Плюс» СООО (г. Минск),

ГП «Минскрыбпром». Предприятия рыбной отрасли Беларуси вырабатывают более 350 наименований рыбных товаров, в т. ч. из импортного сырья. В ассортименте представлены замороженные полуфабрикаты из рыбы и морепродуктов, пресервы из сельди (в т. ч. рулеты, форшмаки), трески, лосося и морепродуктов, икорные пасты (классическая, подкопченная, с крилем, с копченым лососем), пасты из морепродуктов, рыбные масла (икорно-селедочное, лососевое, крабовое), икра (трески, минтая, мойвы, лососевая), альгиновая икра из морских водорослей, копченые балычные изделия (из сельди, скумбрии, кеты, лосося, форели, кижуча, семги), рыбные консервы (в томатном соусе, натуральные с добавлением масла).

В настоящее время развитие рынка рыбных товаров в Республике Беларусь сопровождается негативными тенденциями:

1) со стороны спроса: снижение покупательной способности реальных располагаемых денежных доходов населения, кризисные явления в экономике;

2) со стороны предложения: рост цен на производимую и ввозимую продукцию, рост импорта, несоответствие отдельной импортной продукции требованиям ТНПА к качеству и безопасности, проблемы развития рыбной отрасли.

В 2014 г. прирост цен на отдельные виды продукции составил от 3,4% (консервы) до 27,7% (живая рыба) [4, с. 29].

Качество и безопасность рыбных товаров находятся под постоянным контролем органов санитарно-эпидемиологического надзора Беларуси. По данным лабораторных исследований продукции для государственной гигиенической регистрации, имелись факты несоответствий качества и безопасности ввозимой рыбной продукции установленным требованиям. В рыбных консервах были выявлены посторонние примеси неживых гельминтов, икра и вяленая рыбопродукция не соответствовала ТНПА по микробиологическим показателям.

К числу основных проблем развития рыбной отрасли Беларуси можно отнести следующие: сокращение промыслового улова рыбы, неполная загруженность производственных мощностей организаций по производству консервированной рыбы (мощности загружены не более чем на 45%), сокращение инвестиций в основной капитал, выручки от реализации продукции, численности работающих, рост себестоимости продукции. Реализация продукции рыболовства и рыбоводства в последние годы нерентабельна, в отличие от переработки и консервирования. В 2014 г. убыточными были $\frac{1}{4}$ организаций, занятых рыболовством и рыбоводством, и около 37% организаций, осуществляющих переработку и консервирование рыбы и рыбной продукции [4, с. 23]. Для повышения эффективности функционирования предприятий рыбной отрасли созданы не все организационно-экономические условия.

Чтобы не допустить увеличения зависимости рынка рыбных товаров от импорта и вытеснения белорусских товаропроизводителей с него, поддержать отечественную рыбную отрасль, по-прежнему актуальными являются программы и планы действий по импортозамещению. Меры, необходимые для сокращения импорта рыбных товаров в перспективе [5]:

– техническое перевооружение и модернизация крупнейших предприятий рыбной отрасли;

– расширение ассортимента выпускаемой продукции (комбинированные рыбные продукты, изделия из рыбного фарша, функциональные продукты на основе морских водорослей) и рост объемов ее производства с ориентацией на местное сырье;

– рациональное ограничение импорта рыбных товаров и сырья для их производства: ввоз через специмпортеров, лицензирование импорта, обязательная маркировка товаров контрольными знаками, регулирование размера импортных таможенных пошлин и т.д.;

– повышение конкурентоспособности отечественных рыбных товаров путем улучшения их качества, упаковки, рекламной поддержки.

По результатам проведенного исследования, с 2012 г. в Республике Беларусь отмечается устойчивый рост потребления рыбных товаров на душу населения, однако уровень потребления рыбных продуктов по-прежнему ниже рекомендуемой нормы. Структура предложения рыбных товаров на внутреннем рынке не является рациональной. Выявленные проблемы развития рыбной отрасли (неполная загруженность производственных мощностей, ухудшение показателей деятельности и др.) подчеркивают актуальность реализации программ импортозамещения и разработки мер по сокращению импорта рыбных товаров в перспективе.

Литература

1. *Смольская А.О.* Тенденции развития рынка рыбных продуктов в Республике Беларусь // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость: Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (25–26 сентября 2014 г.). – Минск: БГЭУ, 2014. – Т. 2. – С. 255–256.
2. Розничная и оптовая торговля, общественное питание в Республике Беларусь. Статистический сборник, 2015 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2015. – 229 с.
3. *Мельникова Л.А., Лилишненцева А.Н.* Исследование потребительских предпочтений на рынке пресервов // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2015. – № 3 (29). – С. 99–104.
4. О развитии рыбохозяйственной деятельности в Республике Беларусь, 2013–2014 г. Статистический бюллетень, 2015 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2015. – 42 с.
5. *Свирейко Н.Е.* Импортзамещение продовольствия: отечественный опыт, результаты и перспективы // Экономика и управление. – 2014. – № 4 (40). – С. 70–74.

УДК 664.681.1:634.7

В.Б. Чмыхалова, Т.Р. Малакян

¹*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;
e-mail: chmyhalovav@mail.ru*

ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ МУЧНЫХ ВОСТОЧНЫХ СЛАДОСТЕЙ С ЛЕСНЫМИ ЯГОДАМИ

Приведено обоснование рецептуры мучных восточных сладостей с дикорастущими ягодами Камчатки на примере сдобного печенья шакер-чурек. Установлено влияние вида и дозировки вносимой обогащающей добавки ягод на содержание минеральных веществ в готовой продукции.

Ключевые слова: шакер-чурек, брусника, рябина, жимолость, дикоросы, витаминно-минеральные добавки, обогащение.

V.B. Chmyhalova, T.R. Malakyan

¹*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: chmyhalovav@mail.ru*

JUSTIFICATION FOR THE RECIPE OF BAKERY ORIENTAL CONFECTIONARY WITH WILD BERRIES

The recipe of bakery oriental confectionary with Kamchatka wild berries in the case of butter cookies shaker-churek is justified. The influence of kind and dosage of using berry fortification on the mineral content of finished products is determined.

Key words: shaker-churek, mountain cranberries, ashberries, honeysuckle, wild plants, vitamin and mineral supplements, fortification.

Современное представление о пищевой продукции складывается из состава продукта, особенно из содержания тех компонентов, которые представляют максимальную ценность для потребителя. Покупая продукт, потребитель ориентируется на хорошие органолептические показатели, содержание основных пищевых компонентов, а также минеральных веществ и витаминов. Возрастает спрос на продукты, содержащие в составе пищевые добавки, полученные из природного сырья. Важно, чтобы продукт был не только вкусным, привлекательным внешне, но и полезным.

Мучные кондитерские изделия весьма привлекательны для потребителя, их доля в пищевом рационе постоянно возрастает, но их состав неполноценен; изделия крайне бедны витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами. Их энергетическая ценность достаточно высока, она достигает 18–20% от общей энергетической ценности рациона, в то же время доля ценных для человека витаминов группы В составляет только 4–5% [1, 2].

Следовательно, обогащение кондитерских изделий витаминно-минеральными компонентами в настоящее время актуально. Учитывая, что основными потребителями кондитерских изделий являются дети, обогащение продукции позволит значительно улучшить их рацион, сбалансировать их питание по витаминно-минеральным компонентам.

В настоящее время, по литературным данным, актуально обогащение мучных кондитерских изделий полезными пищевыми ингредиентами. В этом случае, мучные кондитерские изделия

станут не только лакомством, они войдут в обширную группу продуктов функционального питания, разработка которых является одной из задач Концепции государственной политики в области здорового питания.

Целью наших исследований являлось увеличение содержания минеральных веществ в продукте и снижение калорийности изделий.

Предметами исследований являлись изделия из песочного теста шакер-чурек, и изделие из песочного теста шакер-чурек с добавкой из дикорастущих ягод.

В процессе проводимых исследований за основу (контрольный образец) принимали типовую рецептуру изделия шакер-чурек [3], для экспериментальных образцов в типовую рецептуру были внесены некоторые изменения, основанные на результатах предварительно проведенных исследований свойств теста (табл. 1). Кроме того, экспериментальные образцы изготавливали с добавлением дикорастущих ягод.

Таблица 1

Рецептура изделия из песочного теста шакер-чурек

Ингредиенты	Расход сырья на 1 кг готового продукта	
	Контрольный образец	Экспериментальный образец
Мука пшеничная высшего сорта, г	509	509
Яйца куриные, шт.	2	–
Яйца куриные (белок и желток отдельно), шт.	–	2
Сахар-песок, г	255	–
Пудра сахарная, г	31	286
Масло сливочное топленое, г	255	255
Эссенция ванильная, г	2,6	2,6
Дикорастущие ягоды, г	–	49

Образцы теста для печенья шакер-чурек представлены на рисунке 1.



К



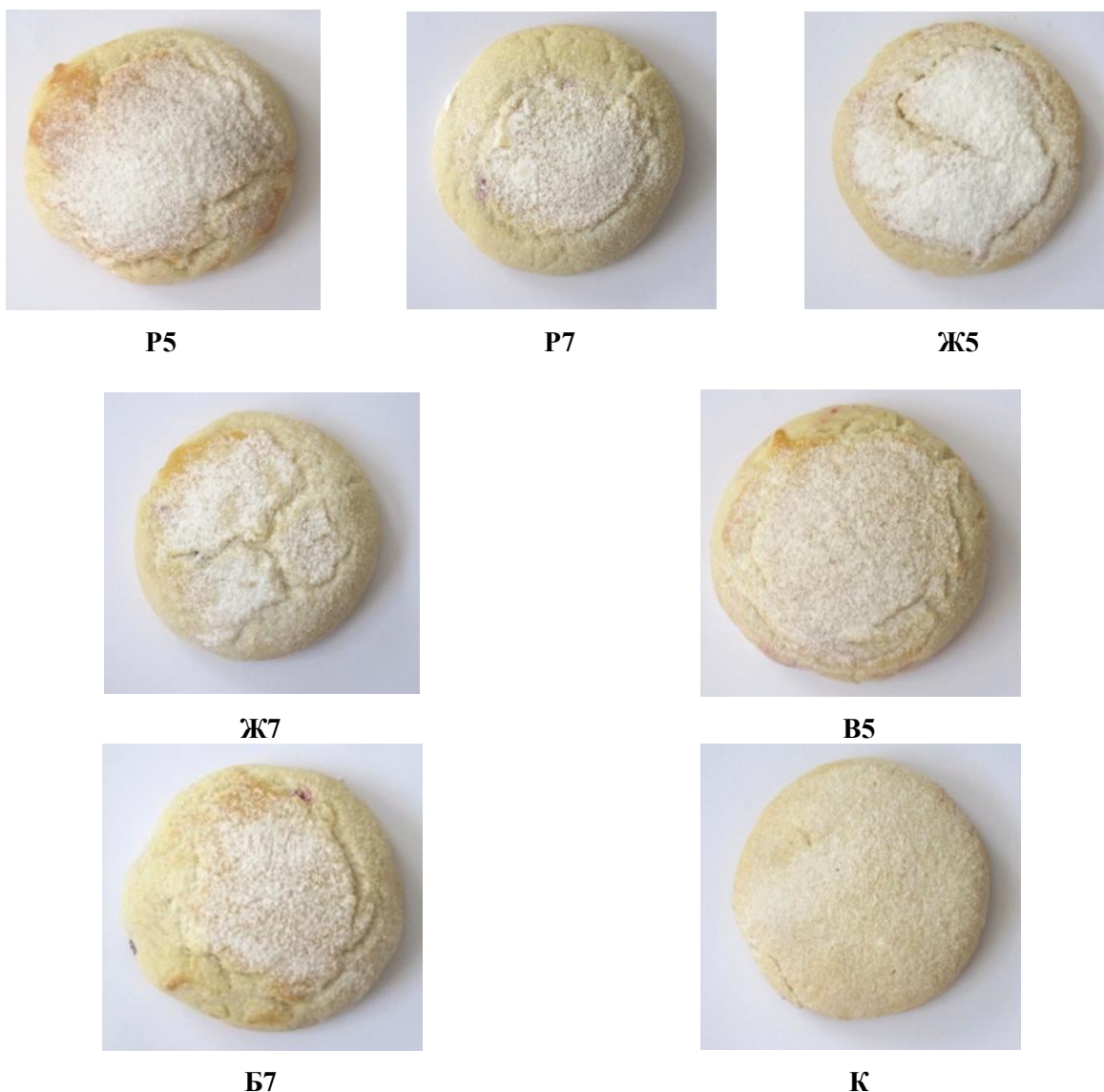
Э

Рис. 1. Образцы теста для печенья шакер-чурек
К – контрольный образец; Э – экспериментальный образец

Технология приготовления печенья включает следующие операции: подготовку сырья к замесу, замес теста, охлаждение теста, формование изделий, выпечку, охлаждение готового продукта, упаковку.

После замеса тесто охлаждали в течение 10–15 минут. После охлаждения теста формовали изделия. Ягоды вносили во время формования изделия в количестве 5% и 7% от массы полуфабриката. Выпекание проводили в течение 15 минут при температуре 160–170°C до готовности.

Образцы готовых изделий представлены на рисунке 2.



*Рис. 2. Образцы готового печенья шакер-чурек:
К – контрольный образец; P5 – образец с рябиной 5%; P7 – образец с рябиной 7%;
Ж5 – образец с жимолостью 5%; Ж7 – образец с жимолостью 7%;
Б5 – образец с брусникой 5%; Б7 – образец с брусникой 7%*

Вид вносимой добавки и приемлемость дозы определяли по органолептическим показателям. Определение органолептических показателей проводили на дегустационном совещании, где в качестве дегустаторов выступали студенты, аспиранты и сотрудники кафедры «Технологии пищевых производств», а также сотрудники деканата технологического факультета. Органолептическую оценку продукции проводили по ГОСТ 5897 [4].

Наиболее высокие показатели по внешнему виду определены у образца с добавлением брусники 5%, по вкусу – у образцов с добавлением брусники 5% и 15%.

В результате на данном этапе нами были исследованы органолептические показатели качества печенья шакер-чурек с ягодами брусники, рябины и жимолости, в качестве рациональной выбрана добавка – брусника в количестве 5% от массы полуфабриката.

Так как основной целью нашей работы было увеличение содержания минеральных веществ в продукте и снижение его калорийности за счет уменьшения содержания жира, нами были проведены определения массовой доли минеральных веществ (зола), жира и влаги в продукте без обогащающих добавок, а также с добавлением брусники, рябины и жимолости в количестве 5 и 7% соответственно. Определения проводили по ГОСТ 5900, ГОСТ 5899, ГОСТ 5901 [5, 6, 7]. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Физико-химические показатели образцов шакер-чурек

Показатель	Образец						
	К	Ж7	Ж5	Б7	Б5	Р7	Р5
Массовая доля влаги, %	6,3	11,3	9,3	9,9	9,8	9,9	9,9
Массовая доля золы, %	6,40	16,49	11,12	17,31	16,87	17,33	16,60
Массовая доля жира, %	29,9	29,9	26,0	24,0	22,2	28,2	26,4

Таким образом, оценка результатов проведенных исследований позволяет сделать вывод о том, что увеличение содержания дикоросов в продукте приводит к снижению количества жира, а, следовательно, и к снижению калорийности, и к увеличению содержания воды и минеральных веществ в продукте. В дальнейшем считаем необходимым рассмотреть использование всех предложенных нами дикорастущих ягод дополнительно в составе посыпки для готовых изделий. В посыпке брусника не будет проходить тепловую обработку, и сохранность витаминов будет выше.

Рассмотренная технология проста в исполнении, позволяет использовать ценное натуральное сырье, снизить калорийность готовых изделий, обогатить их ценными пищевыми компонентами. Продукция, несомненно, будет пользоваться спросом потребителя и разнообразит ассортимент мучных кондитерских изделий, выпускаемых предприятиями региона.

Литература

1. Петровский К.С. Азбука здоровья: о рациональном питании человека. – М.: Знание, 1982. – 306 с.
2. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / Под ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
3. Сборник технических нормативов. Сборник рецептов на продукцию кондитерского производства / Сост. М.П. Могильный. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – С. 263.
4. ГОСТ 5897. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 9 с.
5. ГОСТ 5899. Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 17 с.
6. ГОСТ 5900. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 10 с.
7. ГОСТ 5901. Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 6 с.

Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА, ОТРАСЛЕЙ И ОБЪЕКТОВ РЫБОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА, ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

УДК 594.1(265.54.04)

Е.Э. Борисовец^{1,2}, Д.А. Соколенко¹

¹Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),
Владивосток, 690091;

²Дальневосточный федеральный университет (ДФУ),
Владивосток, 690950

e-mail: borisovets@tinro.ru; dmitriy.sokolenko@tinro-center.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСЕЛЕНИЙ ДВУХ ВИДОВ РОДА *SERRIPES* (*BIVALVIA*, *CARDIIDAE*) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Изучено распределение двух видов двустворчатых моллюсков рода *Serripes* в заливе Петра Великого (Японское море). *S. groenlandicus* обитает на глубинах 20–75 м, образуя потенциально промысловые скопления с биомассой до 41,7 г/м² на глубинах 55–60 м в центральной части залива на песчанистых илах, его общий запас оценивается в 8,7 тыс. т. *S. notabilis* обитает вдоль южной кромки шельфа на глубинах 77–207 м с максимальной биомассой 1,13 г/м² и не создает значимых скоплений.

Ключевые слова: Серрипес гренландский, *Serripes groenlandicus*, *S. notabilis*, двустворчатые моллюски, Японское море, залив Петра Великого, поселение, распределение.

Е.Е. Borisovets^{1,2}, D.A. Sokolenko¹

¹Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),
Vladivostok, 690091;

²Far Eastern Federal University, FEFU,
Vladivostok, 690950

e-mail: borisovets@tinro.ru; dmitriy.sokolenko@tinro-center.ru

STOCKS OF TWO SPECIES OF GENUS *SERRIPES* (*BIVALVIA*, *CARDIIDAE*) IN THE PETER THE GREAT BAY (SEA OF JAPAN)

Spatial and bathymetric distribution of two species of genus *Serripes* has been investigated in Peter the Great Bay (Sea of Japan). Greenland smoothcockle *S. groenlandicus* is distributed within the depth range from 20 down to 75 m. The densest aggregations (up to 41.7 g/m²) are located at depths 55-60 m on the sandy silts in the central part of the bay, stock is estimated on 8,731 tons. *S. notabilis* inhabits along the southern edge of continental shelf at depths of 77-207 m and its stock is not significant.

Key words: Greenland Smoothcockle, *Serripes groenlandicus*, *S. notabilis*, Bivalvia, Sea of Japan, Peter the Great Bay, settlement, spatial distribution.

Известно, что в заливе Петра Великого обитают два представителя двустворчатых инфаунных моллюсков рода *Serripes*: *Serripes (Serripes) groenlandicus* (Mohr, 1796) и *S. (Yagudinella) notabilis* (Sowerby III, 1915) [1, 2]. Гренландский серрипес широко распространен в арктических и бореальных зонах Мирового океана, формирует плотные поселения, активно поедается рыбами и морскими млекопитающими, в ряде стран охвачен промыслом [3–6]. *S. notabilis* также широко распространен, однако не создает плотных скоплений, сведений о его биологии мало [7]. В заливе Петра Великого оба вида находятся практически на южных границах своих ареалов.

В ходе проведения дражной съемки залива Петра Великого были обследованы поселения *S. groenlandicus* и *S. notabilis*. Основная цель данной работы заключается в описании некоторых характеристик этих поселений.

В ходе проведения съемки было выполнено 244 дражные станции. Работы проводились с 28.05 по 17.07.2012 г, диапазон охваченных глубин составил 6-217 метров. Используемая драга имела ширину 1,6 м, массу 450 кг, размер ячеей в кутце 40 мм [8]. Длина ваеров изменялась в зависимости от глубины станции, обычно составляя 3-4 кратную её величину. Время драгирования варьировало от 5 до 20 минут, определяясь донным рельефом, составом грунтов и погодными условиями. Пространственные параметры фиксировались навигационной системой MaxSea с электронными картами C-Map, которая работала совместно с судовым GPS-приемником. Для расчетов использовали пакет STATISTICA. Пространственные вычисления выполнены в ГИС MapInfo Professional на основе электронных карт залива Петра Великого. При построении распределений биомасс использована интерполяция методом естественного соседа (Natural Neighbor).

В ходе проведения работ особи *S. groenlandicus* обнаружены на 61 дражной станции. Область обитания вида (рис. 1) охватывает южную открытую часть Усурийского залива, акваторию от островов Аскольд и Путятина на восток до мыса Поворотный, юго-восточную часть приостровной зоны (острова Рейнеке, Рикорда, Карамзина, Желтухина, Стенина и Большой Пелис). Кроме того, отмечено поселение в открытой части залива Посыета, а также отдельное локальное пятно в Амурском заливе северо-восточнее о. Русский. Наиболее плотные скопления (ядра), с биомассой более 5 г/м² локализованы на отдельных участках к юго-западу от о-вов Русский и Рикорда, на акватории между о. Путятина и заливом Восток, а также северо-западнее о. Аскольд. В целом по заливу Петра Великого показатели биомассы гренландского серрипеса находились в пределах от 0,0008 до 41,7 г/м², в среднем составляя 6,74 г/м² (медианное значение – 1,14 г/м²) (табл. 1).

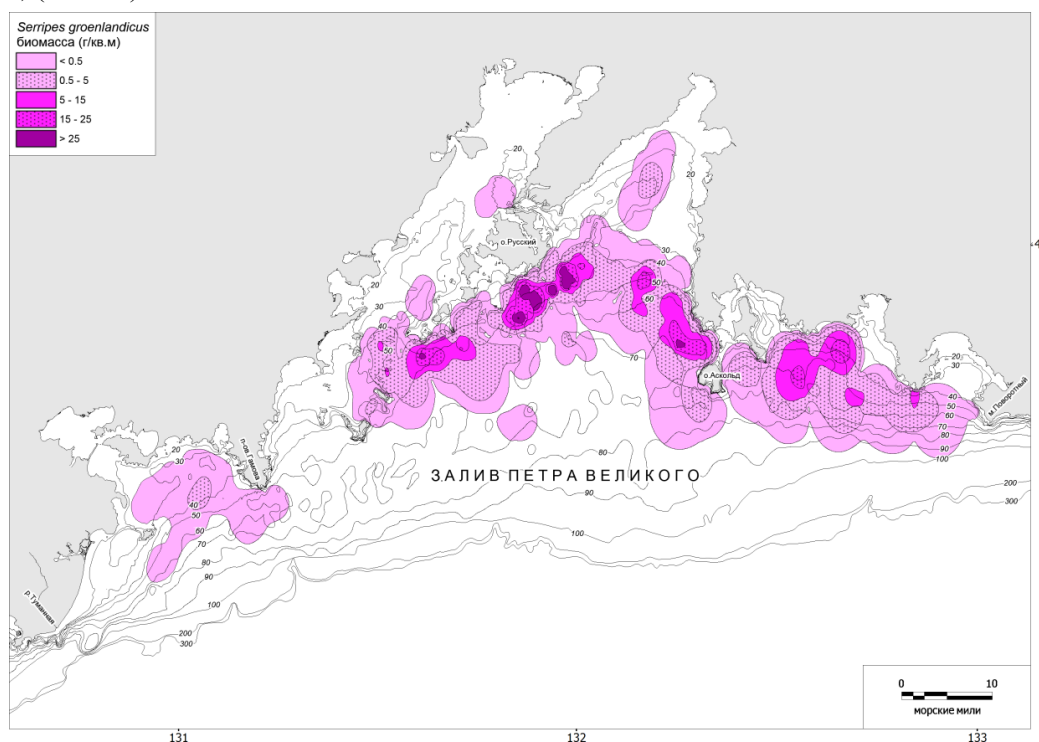


Рис. 1. Распределение *S. groenlandicus* в заливе Петра Великого

Таблица 1

Статистические характеристики биомассы (г/м²) *S. groenlandicus* и *S. notabilis*

Вид	Кол-во станций	Среднее	Медиана	Min	Max	Станд. откл.	Коэфф. вариации	Ошибка средней
<i>S. groenlandicus</i>	61	6,74	1,14	0,0008	41,70	10,86	161,06	1,39
<i>S. notabilis</i>	10	0,28	0,23	0,0046	1,13	0,33	119,01	0,10

Особь *S. groenlandicus* встречались в диапазоне глубин от 20 до 75 метров, однако максимальное их обилие сосредоточено в узком батиметрическом интервале 55-60 метров. Моллюски отмечены на песках, илистых песках, песчанистых и чистых илах, однако на чистых илах и песках его встречи редки (порядка 15%), а показатели плотности поселения и биомассы невелики (в среднем 0,005–0,015 экз./м² и 0,5–2 г/м²). В изученном районе гренландский серрипес предпочитает песчанистые илы и илистые пески, где частота встречаемости, биомасса и плотность примерно одинаковы и составляют в среднем соответственно 24–55%, 10–12 г/м² и 0,05–0,06 экз./м².

В ходе съемки отмечены особи гренландского серрипеса с длиной раковины от 12 до 127 мм, средняя величина составила 93,07 мм (табл. 2). Мелкоразмерные моллюски попадались редко, по большей части на периферии ареала. Половина всех животных имела размеры от 88 до 100 мм. Промысловая мера для гренландского серрипеса установлена в 70 мм по длине раковины [9]. В наших сборах доля промысловых особей была 98,5%, то есть практически все моллюски были промысловыми. Оцененный общий запас *S. groenlandicus* составил 8731 тонну.

Таблица 2

Размерные характеристики *S. groenlandicus* и *S. notabilis*

Вид	Кол-во экз.	Среднее	Медиана	Min	Max	Ниж. квартиль	Верх. квартиль	Станд. откл.	Коэфф. вариации	Ошибка средней
<i>S. groenlandicus</i>	1228	93,07	94,0	12	127	88,0	100,0	11,18	12,01	0,32
<i>S. notabilis</i>	18	67,33	63,0	21	108	57,0	90,0	25,38	37,69	6,57

S. notabilis отмечен на краю шельфа и свале глубин в самой южной части залива (рис. 2) в диапазоне глубин 77–207 метров на чистых и илистых песках, предпочитая последние. Биомасса изменялась в пределах 0,0046–1,13 г/м², при среднем и медианном значениях соответственно 0,28 и 0,23 г/м².

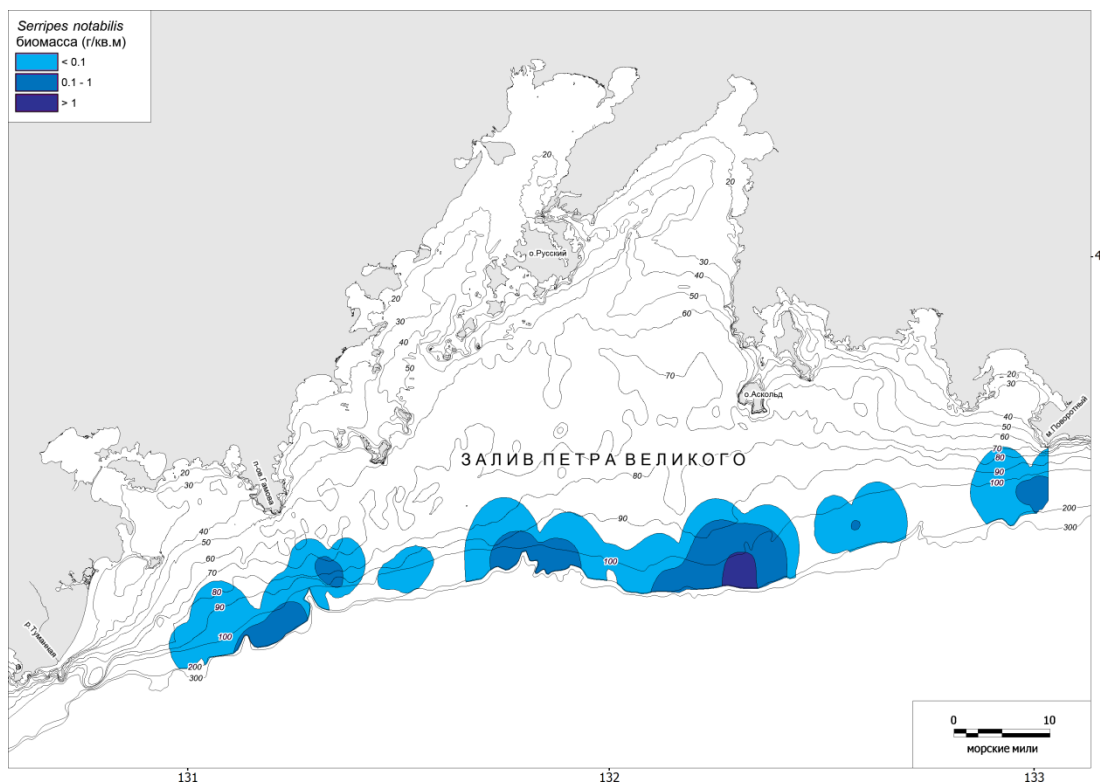


Рис. 2. Распределение *S. notabilis* в заливе Петра Великого

Длина раковины *S. notabilis* находилась в диапазоне 21-108 мм, в среднем – 67,33 мм. Пятьдесят процентов моллюсков имели размеры от 57 до 90 мм (табл. 2). Оцененный запас составил 201 тонну.

Поселения видов разнесены в пространственном (рис. 1, 2) и батиметрическом отношениях (рис. 3) и практически не перекрываются.

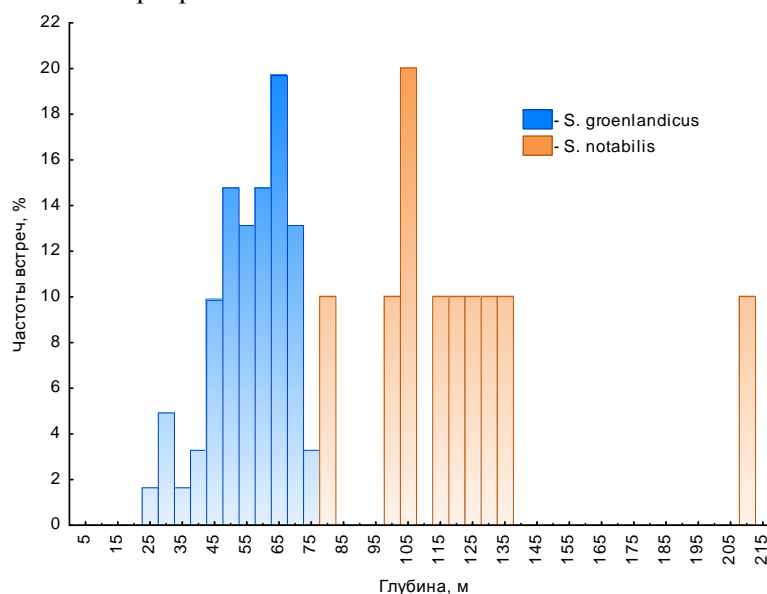


Рис. 3. Батиметрическое распределение *S. groenlandicus* и *S. notabilis*

Частота встречаемости *S. groenlandicus* по всему заливу составила 25%, а внутри ареала – 70%. *S. notabilis* по всей исследованной акватории встречался на 4% станций, а у южных границ на подходящих глубинах – на 20,4%.

Таким образом, *S. groenlandicus* в заливе Петра Великого характеризуется обширным ареалом с площадью более 2000 км², локализованным в центральной части залива, весьма высокими биомассами (до 41,7 г/м²) и значительными ресурсами, позволяющими рассматривать его поселение в качестве промыслового. *S. notabilis* располагается относительно узкой полосой у южных пределов залива Петра Великого и не создает заметных скоплений и запасов.

Литература

1. Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных вод северо-западной части Тихого океана. – Л.: Наука, 1981. – 480 с.
2. Lutaenko K.A., Noseworthy R.G. Catalogue of the Living Bivalvia of the Continental Coast of the Sea of Japan (East Sea). – Vladivostok: Dalnauka, 2012. – 247 p.
3. Christian J.R., Grant C.G.J., Meade J.D., Noble L.D. Habitat Requirements and Life History Characteristics of Selected Marine Invertebrate Species Occurring in the Newfoundland and Labrador Region. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Science. – 2010. – 226 p.
4. Dolgov A.V., Yaragina N.A. Daily feeding rhythms and food intake of the Barents Sea cod and haddock in the summer of 1989. ICES Council Meeting, 1990 (Collected Papers), ICES, Copenhagen (Denmark), 1990. – 22 pp.
5. Fisher K.I.; Stewart, R.E.A. Summer foods of Atlantic walrus, *Odobenus rosmarus rosmarus*, in northern Foxe Basin, Northwest Territories // Can. J. Zool./Rev. Can. Zool. 1997. – Vol. 75, no. 7. – P. 1166–1175.
6. Явнов С.В., Соколенко Д.А. Распределение и особенности биологии серрипеса гренландского в заливе Петра Великого Японского моря // Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Тез. Докл. IV Междунар. науч.-практ. конф. (19–22 сентября 2011). – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2011. – С. 122–123.
7. Данилин Д.Д. Двустворчатые моллюски западной части Берингова моря и тихоокеанских вод Камчатки. Видовой состав, экологическое, и промысловое значение: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – 24 с.
8. Мизюркин М.А., Явнов С.В. Универсальная дрга для учетных работ и добычи закапывающихся моллюсков // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 4. – С. 93–96.
9. Приказ Минсельхоза России от 21.10.2013 № 385 (ред. от 04.12.2014) «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (Зарегистрировано в Минюсте России 23.01.2014 - № 31100)

УДК 595.383.3(265.54.04)

Л.Л. Будникова, Л.Г. Седова, Г.Г. Шевченко

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),
Владивосток, 690091
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru*

**РАЗМЕРНО-ПОЛОВОЙ СОСТАВ СКОПЛЕНИЙ И ВЕСОВОЙ РОСТ МИЗИД
PARACANTHOMYSIS SHIKHOTANIENSIS (CRUSTACEA: MYSIDACEA)
В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Изучена динамика размерного и полового состава популяции мизид *Paracanthomysis shikhotaniensis* в 2014 и 2015 гг. Размеры *P. shikhotaniensis* в июне – октябре варьировали от 6,0 до 27,8 мм, зависимость массы особей от линейных размеров аппроксимирована степенным уравнением.

Ключевые слова: мизиды, *Paracanthomysis shikhotaniensis*, размерная структура, половая структура, соотношение длины и массы тела, залив Петра Великого, Японское море.

L. L. Budnikova, L.G. Sedova, G.G. Shevchenko

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),
Vladivostok, 690091
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru*

**SIZE-SEX COMPOSITION AND WEIGHT GROWTH OF MYSIDS
PARACANTHOMYSIS SHIKHOTANIENSIS (CRUSTACEA: MYSIDACEA)
(THE PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

The dynamics of size and sex composition of mysid *Paracanthomysis shikhotaniensis* population in 2014 and 2015 was studied. Size of *P. shikhotaniensis* was 6.0 to 27.8 mm in June- October. We approximated the relationship between the species size and the body mass by a power equation.

Key words: mysids, *Paracanthomysis shikhotaniensis*, length frequency, sex composition, relationship between the species size and the body mass, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

Мизиды – высшие ракообразные надотряда Peracarida, населяющие морские, солоноватоводные и пресные водоемы. Они являются важным объектом питания многих рыб, а также могут употребляться в пищу человеком [1, 2]. В настоящее время промысел мизид в Приморье отсутствует, хотя в 1930-е годы осуществлялась их добыча.

Цель работы – изучение биологии и определение видового и размерно-полового состава скоплений мизид в заливе Петра Великого.

Научно-исследовательские работы по определению видового и размерного состава скоплений мизид проводили в Амурском заливе и акваториях островов Рейнеке, Попова и Русский залива Петра Великого. Лов мизид осуществляли в береговой полосе на глубине 1-2 м планктонными сачками диаметром 50 и глубиной 70 см, сшитыми из газа № 5. Длину тела мизид измеряли от начала рострума до основания тельсона при помощи окуляр-микрометра под биноклем с точностью до 0,1 мм. Взвешивали фиксированные в 75%-ном растворе этилового спирта экземпляры на торсионных весах с точностью до 1 мг. Половую принадлежность выясняли по строению 4-ой пары плеоподов и наличию (или отсутствию) марсупиальной (выводковой) сумки.

Было выявлено три вида мизид: *Neomysis awatschensis* (Brandt, 1851), *N. mirabilis* (Czerniavsky, 1882) и *Paracanthomysis shikhotaniensis* Petryashov, 1983. Данная работа посвящена виду *Paracanthomysis shikhotaniensis*, который встречался только в островной зоне, как совмест-

но с *N. mirabilis*, так и изолированно от него. В отличие от *N. mirabilis*, в начале июня 2015 г. встречались только единичные экземпляры, численность вида в районе о. Рейнеке возрастала с июля до середины октября, однако промысловых скоплений вид не образовывал. Наибольшая встречаемость была отмечена в августе-сентябре. В 2014 г., так же как и *N. mirabilis*, *P. shikhotaniensis* в течение июля и начале августа в прибрежной полосе о. Рейнеке практически не встречался. В самом конце августа – начале сентября вид был довольно многочислен. Сборы проб осуществлялись в акватории о. Рейнеке (рис. 1).

P. shikhotaniensis встречался с длиной тела от 6,0 до 22,5 мм (среднее значение – $12,6 \pm 0,1$ мм) и массой от 0,001 до 0,102 г (средняя масса – $0,022 \pm 0,001$ г). В выборке (596 экз.) преобладали особи 10,5-13,5 мм (59,1%) (рис. 2, а). В 2014 г. (n = 347 экз.) – с длиной тела от 6,5 до 27,8 мм (среднее значение – $13,1 \pm 0,2$ мм) и массой от 0,002 до 0,098 г (средняя масса – $0,024 \pm 0,001$ г). Превалировали особи размером 12,0-13,5 мм (38,0%). В составе скоплений преобладали самки (51,8% в 2015 г., 67,1% в 2014 г.) (рис. 2, б). Доля молоди за период исследований составляла в 2015 г. 25,2%, в 2014 г. – 12,7%. Наибольшее количество молоди отмечено в октябре – 66,7 и 54,7% соответственно в 2015 и 2014 г., в июне молодь отсутствовала (табл.).

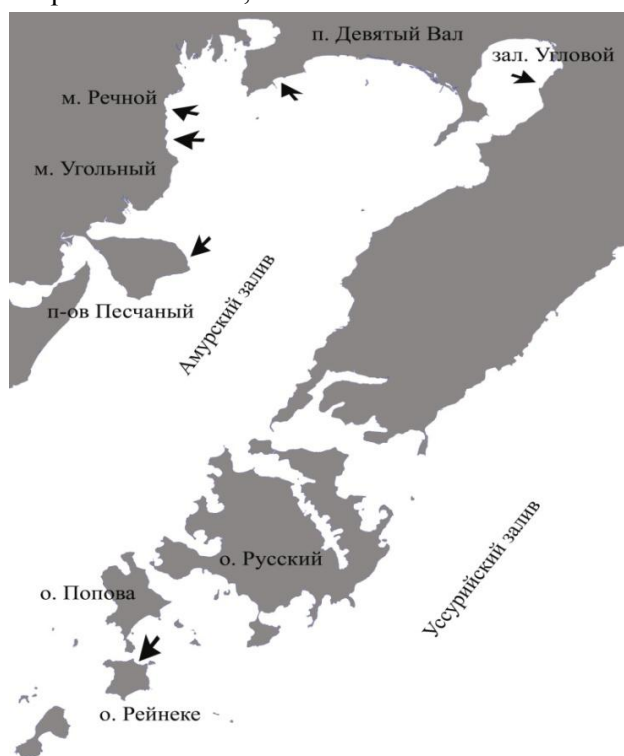


Рис. 1. Районы сбора мизид в заливе Петра Великого

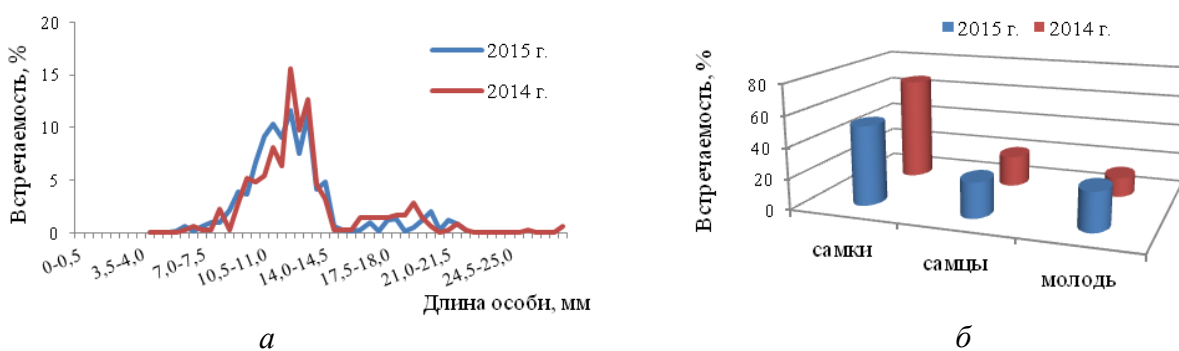


Рис. 2. Состав скопления *P. shikhotaniensis* в акватории о. Рейнеке в 2014–2015 гг.

Таблица

Процентное соотношение самок, самцов и молоди в скоплениях *P. shikhotaniensis*

	июнь		июль		август		сентябрь		октябрь	
	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Самки	79,7	60,0	75,0	63,2	71,4	73,9	80,0	61,9	22,6	8,9
Самцы	20,3	40,0	25,0	25,0	21,1	19,3	15,7	18,2	22,6	24,4
Молодь	0	0	0	11,8	7,5	6,8	4,3	19,9	54,7	66,7

Были установлены зависимости между длиной тела (L, мм) и индивидуальной массой (W, г) особей (рис. 3, 4) и рассчитаны соответствующие уравнения, аппроксимированные степенными функциями: $W = a L^b$ и $L = a W^b$ где «а», «в» – константы уравнения [3].

Для этого за период исследований было промерено и взвешено 1005 особей *P. shikhotaniensis* с длиной тела от 6 до 27,8 мм, их масса изменялась от 0,001 до 0,198 г.

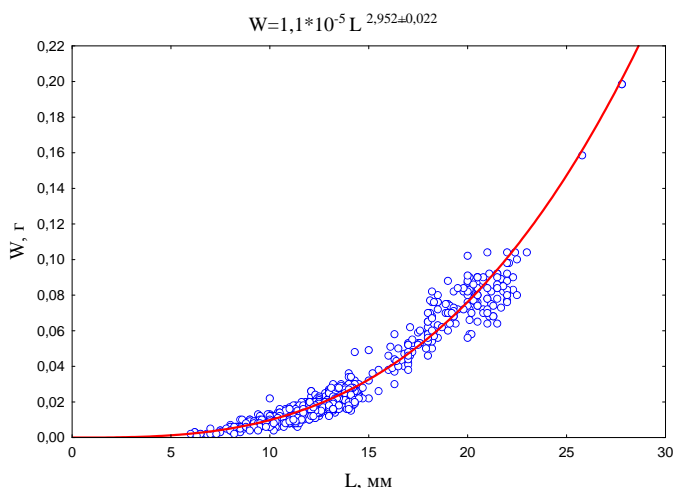


Рис. 3. Зависимость массы (W , г) от длины тела (L , мм) у *N. mirabilis* (r (коэффициент корреляции) = 0,975 при 0,95% уровне значимости)

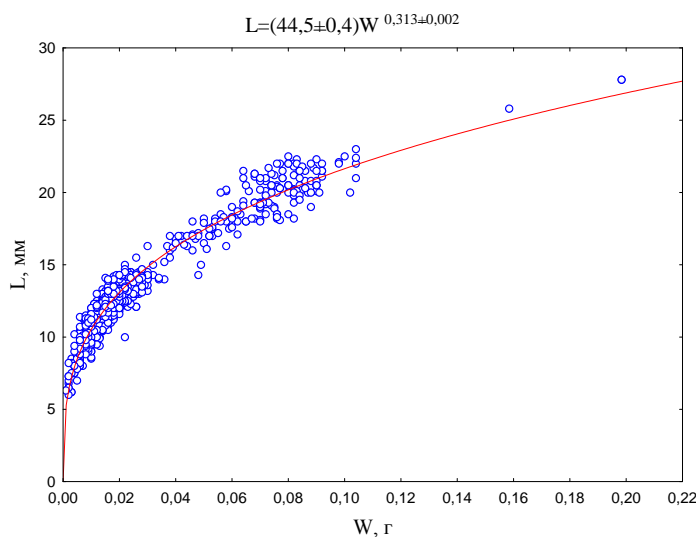


Рис. 4. Зависимость длины тела (L , мм) от массы особи (W , г) у *N. mirabilis* ($r = 0,945$ при 0,95% уровне значимости)

Таким образом, *P. shikhotaniensis* в районе о. Рейнеке залива Петра Великого встречался размером от 6,0 до 27,8 мм и массой от 0,001 до 0,198 г. В составе скоплений в 2014 и 2015 гг. преобладали самки, наибольшее количество молоди было отмечено в октябре. Зависимость массы особей от линейных размеров аппроксимирована степенным уравнением. Полученные соотношения длины и массы мизид можно использовать при расчетах общей биомассы скоплений, исходя из линейных размеров или индивидуальной массы особей. В исследованных районах залива Петра Великого *P. shikhotaniensis* не образует промысловых скоплений.

Литература

1. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях: Моногр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 483 с.
2. Пуццина О.И. Трофическая роль мизид в зал. Петра Великого (Японское море) // Тр. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». – Калининград, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2013. – С. 100–103.
3. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.

УДК 639.223.3:639.2.053.1(268.45)

Т.В. Булатова, Г.П. Ванюшин

*Всероссийский научный исследовательский институт рыбного хозяйства
океанографии (ВНИРО),
Москва, 107140
e-mail: ladimon@mail.ru*

**ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ БАРЕНЦЕВА МОРЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ АКВАТОРИЙ
КАК ОДИН ИЗ ПРЕДИКТОРОВ УРОЖАЙНОСТИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ
АРКТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ В ВОЗРАСТЕ 3+**

В работе представлены результаты анализа влияния аномалий температуры поверхности Баренцева и Норвежского морей в период нереста и раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески (*Gadus morhua*) на формирование урожайности ее поколений в возрасте 3+. Данные о температурных условиях исследуемых акваторий получены с помощью материалов спутникового мониторинга за период 1998–2015 гг.

Ключевые слова: северо-восточная арктическая треска, зоны нереста и раннего онтогенеза, температура поверхности океана, спутниковый мониторинг, урожайность в возрасте 3+.

T.V. Bulatova, G.P. Vanyushin

*Russian Federal Research Institute of Fisheries
and Oceanography (VNIRO),
Moscow, 107140
e-mail: ladimon@mail.ru*

**CONDITIONS OF THE BARENTS SEA AND ADJACENT WATERS
AS A PREDICTOR OF NORTHEAST ARCTIC COD YEAR
CLASS STRENGTH AT THE AGE OF 3 +**

In this study the analysis results for the influence of temperature anomalies of Barents and Norwegian sea surface during spawning and early ontogenesis of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) on forming its generation year class strength at the age 3+ are presented. Data on temperature conditions are computed for the selected zones on the basis of satellite monitoring materials during 1998–2015.

Key words: Northeast Arctic cod, zones of spawning and early ontogenesis, sea surface temperature, satellite monitoring, cod year class strength at the age 3+.

Введение

Северо-восточная арктическая треска (*Gadus morhua*) – один из ценнейших промысловых объектов Северной Атлантики. Процесс формирования численности поколений трески во многом зависит от температурных условий в период нереста и раннего онтогенеза, т. е. в первый год жизни трески - от начала дрейфа икринок до оседания на дно пелагической молоди [1].

Высокая степень зависимости успешности нереста и последующих стадий раннего онтогенеза трески от гидрологических условий делает возможным использование этих показателей (температуры и аномалий температуры поверхности океана) в соответствующих акваториях Баренцева и Норвежского морей для прогнозирования урожайности поколений гидробионтов. В данной работе рассматривается опыт использования многолетней базы карт температуры поверхности океана (ТПО), составленных на основе комплексного анализа спутниковых и квази-синхронных судовых данных о температурных условиях в промысловых акваториях Баренцева и Норвежского морей за период 1998–2015 гг. для прогнозирования урожайности поколений северо-восточной арктической трески.

Аномалии ТПО в зоне основного нереста трески в период март-апрель 1998–2015 гг. и численность трески в возрасте 3+ 2001–2018 гг.

Годы нереста	Аномалии ТПО в год нереста, °С	Годы прогноза численности трески в возрасте 3+	Прогноз численности трески в возрасте 3+	Численность трески в возрасте 3+ по данным ICES (реальные судовые данные), т
1998	+0,86	2001	Бг-С	Бг-С (519022)
1999	+0,20	2002	Бд-С	Бд-С (453255)
2000	+0,04	2003	Бг-С	Бг (697546)
2001	-0,26	2004	Бд	Бд (310410)
2002	+0,01	2005	Бг-С	Бг-С (573868)
2003	+0,86	2006	Бг-С	Бг-С (571758)
2004	+1,07	2007	Бг-С	ОБг (1276193)
2005	+0,54	2008	Бг-С	Обг (1249637)
2006	+1,48	2009	Бд-С	Бг (769732)
2007	+1,59	2010	Бд	Бд (427525)
2008	+0,68	2011	Бг-С	Бг (657899)
2009	+0,89	2012	Бг-С	Бг (622630)
2010	+1,32	2013	Бг-С	Бг (675666)
2011	+1,17	2014	Бг-С	ОБг (1008678)
2012	+1,90	2015	Бд-С	–
2013	+1,05	2016	Бг	–
2014	+1,85	2017	Бд-С	–
2015	+2,04	2018	Бд-С	–

Результаты сравнительного анализа аномалий ТПО в зоне основного нереста (зона 1) за 1998–2011 гг. и урожайности поколений трески через 3 года (2001–2014 гг.) показывают, что зависимость между этими показателями в рассматриваемый период не линейна (рис. 4). Более детальный анализ сравниваемых параметров показывает, что в рассматриваемый период появлению богатых и средних по урожайности поколений в возрасте 3+ способствуют значения аномалий ТПО в диапазоне от $-0,1^{\circ}\text{C}$ до $+1,4^{\circ}\text{C}$ в период март-апрель (рис. 5). Возможно, при таком температурном режиме обеспечивается согласование по времени перехода личинок трески на активное питание и начала дрейфа кормового зоопланктона (науплий калянуса) на восток. Так, очень урожайным поколениям (в возрасте 3+) 2007, 2008, 2014 гг. соответствуют годы нереста (2004, 2005, 2011 гг.) со значениями аномалий ТПО, попадающими в этот температурный диапазон ($+1,07^{\circ}\text{C}$, $+0,54^{\circ}\text{C}$ и $+1,17^{\circ}\text{C}$ соответственно). Бедные поколения (2004, 2007) в основном приурочены низким или очень высоким показателям аномалий ТПО в соответствующие годы нереста ($-0,26^{\circ}\text{C}$ и $+1,59^{\circ}\text{C}$) (рис. 5). Необходимо отметить, что сравниваемые ряды данных весьма ко-

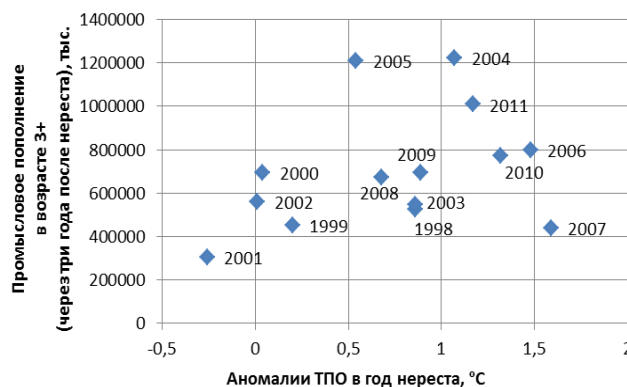


Рис. 4. Распределение значений аномалий ТПО в период основного нереста трески (март-апрель) в зоне 1 и урожайности поколений трески в возрасте 3+



Рис. 5. Сопоставление аномалий ТПО в период нереста трески (март-апрель) и урожайности поколений трески в возрасте 3+

ротки и требуется их наращивание для установления более точных закономерностей, особенно в связи с ростом положительных аномалий в данной акватории СВА в 2003–2015 гг.

Полученная закономерность позволяет сделать попытку использования значений аномалий ТПО в зоне 1 в период март-апрель в качестве предиктора урожайности трески в возрасте 3+. В 2013 г. значения аномалий ТПО в зоне 1 (+1,05°C) попадают в оптимальный диапазон, что позволяет сделать предположение о формировании богатого поколения в 2016 г.

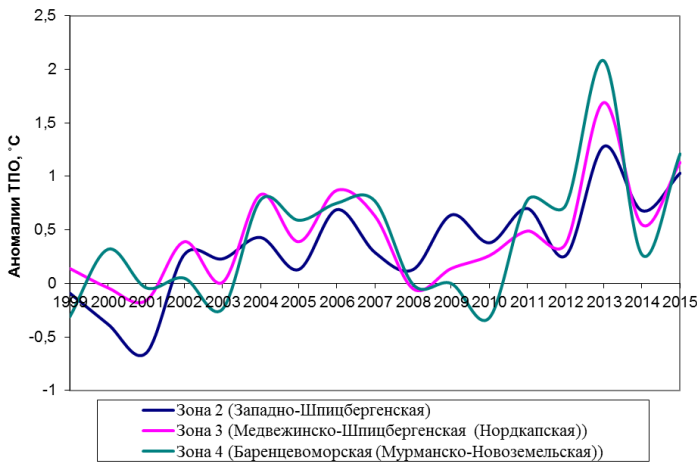


Рис. 6. Ход аномалий ТПО в зонах раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески по годам

Анализ распределения аномалий ТПО в зонах 2, 3 и 4 (зонах раннего онтогенеза) показывает, что тенденции изменений аномалий в этих районах в основном совпадают (рис. 6). В 1998–2003 гг. абсолютные значения аномалий, как положительных, так и отрицательных, были невелики. Начиная с 2004 г. по 2007 г. значения аномалий ТПО в этих зонах возрастают, не превышая, однако +1,0°C. В период 2008–2010 гг. величины аномалий в зонах 3 и 4 снижаются, тогда как в зоне 2 величины аномалий снизились незначительно. Начиная с 2011 г. значения аномалий во всех трех зонах снова выровнялись и остаются по настоящее время относительно высокими, достигнув максимума во всех трех зонах в 2013 г. (+1,28°C для 2 зоны, +1,69°C для 3 зоны и +2,08°C для 3 зоны).

Такая синхронизированность тенденций температурных показателей во всех трех зонах дала основание произвести суммирование значений аномалий ТПО для всего нагульного ареала северо-восточной арктической трески. Результаты осредненных расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Аномалии ТПО, осредненные для трех зон раннего онтогенеза трески в 1998–2015 гг.

1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
-0,07	-0,09	-0,03	-0,28	+0,24	0	+0,68	+0,37	+0,77
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
+0,56	+0,02	+0,26	+0,11	+0,66	+0,45	+1,68	+0,5	+1,12

Сравнительный анализ между значениями аномалий ТПО в общей нагульной зоне и величинами промышленного пополнения через 3 года показал наличие прямой линейной зависимости между этими показателями (рис. 7), т. е. увеличение показателей урожайности поколений в возрасте 3+ коррелирует с увеличением теплосодержания соответствующих акваторий Баренцева и Норвежского морей. Так, бедное поколение 2004 г. коррелирует с низкими значениями аномалий ТПО в зонах раннего онтогенеза трески в 2001 г. (-0,28°C), тогда как очень богатые поколения 2007, 2008 и 2014 г. соотносятся с высокими значениями аномалий соответственно в 2004 (+0,68°C), 2005 (+0,37°C) и 2011 (+0,66°C) гг.

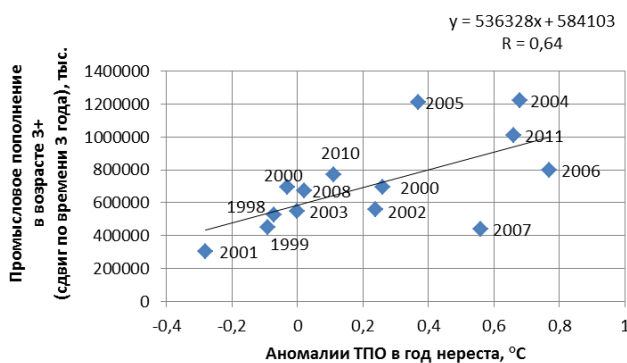


Рис. 7. Сопоставление аномалий ТПО в общей зоне раннего онтогенеза и урожайности поколений трески в возрасте 3+

Сравнительный анализ между значениями аномалий ТПО в общей нагульной зоне и величинами промышленного пополнения через 3 года показал наличие прямой

линейной зависимости между этими показателями (рис. 7), т. е. увеличение показателей урожайности поколений в возрасте 3+ коррелирует с увеличением теплосодержания соответствующих акваторий Баренцева и Норвежского морей. Так, бедное поколение 2004 г. коррелирует с низкими значениями аномалий ТПО в зонах раннего онтогенеза трески в 2001 г. ($-0,28^{\circ}\text{C}$), тогда как очень богатые поколения 2007, 2008 и 2014 г. соотносятся с высокими значениями аномалий соответственно в 2004 ($+0,68^{\circ}\text{C}$), 2005 ($+0,37^{\circ}\text{C}$) и 2011 ($+0,66^{\circ}\text{C}$) гг.

Значения аномалий ТПО в 2013-2015 г. в зонах раннего онтогенеза в период май – октябрь весьма высоки (от $+0,5^{\circ}\text{C}$ до $+1,68^{\circ}\text{C}$), что позволяет предположить, что температурные условия в целом были благоприятны для раннего онтогенеза трески. Есть вероятность, что этот фактор способен смягчить возможное отрицательное влияние высоких значений аномалий ТПО в зоне основного нереста в 2014–2015 гг.

Заключение

Спутниковый мониторинг температурных условий и составленные на его основе карты ТПО создают дополнительный информационный ресурс для повышений надежности рыбопромыслового прогнозирования, давая возможность проводить оценку влияния температурных параметров на будущую численность северо-восточной арктической трески в реальном масштабе времени.

Показано, что на данном временном этапе (1998–2011 гг.) значения аномалий ТПО в период март-апрель в зоне основного нереста северо-восточной арктической трески, оптимальные для выживания и развития икры и личинок, находятся в диапазоне от $-0,1^{\circ}\text{C}$ до $+1,4^{\circ}\text{C}$. Слишком "холодные" или очень "теплые" аномалии в большинстве случаев негативно влияли на перспективы урожайности поколений трески.

Сравнительный анализ аномалий ТПО в зонах раннего онтогенеза северо-восточной арктической трески и степени урожайности поколений трески в возрасте 3+ показал наличие (на данном этапе времени) прямой линейной зависимости между этими показателями – увеличение показателей урожайности поколений в возрасте 3+ коррелирует с увеличением теплосодержания соответствующих акваторий.

Литература

1. Бойцов В.Д. Треска Баренцева моря: биология и промысел: Изд 2-е. // Н.И. Лебедь, В.П. Пономаренко, И.Я. Пономаренко, В.В. Терещенко, В.Л. Третьяк, М.С. Шевелев, Н.А. Ярагина. – Мурманск: Пинро, 2003. – 296 с.
2. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Борисов В.М., Кружалов М.Ю., Булатова Т.В., Трошков А.А. Температурные условия Баренцева и Норвежского морей как важный фактор колебаний урожайности поколений северо-восточной арктической трески *Gadus morhua* // Сб.: Вопросы промысловой океанологии. – М.: ВНИРО, 2008. – Вып. 5. – № 1. – С. 134–150.
3. V.M. Borisov, G.P. Vanyushin, B.N. Kotenev, M.Yu. Kruzhalov, Troshkov A.A., and Bulatova T.V. Satellite monitoring of SST for forecasting of northeast Arctic cod year-class strength // ICES 2009 Annual Science Conference 21-25 September Berlin, Germany, ICES, CM 2009 Documents ASC Edition, ICES CM 2009/K:01. – 23 p.
4. Ванюшин Г.П. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ВНИРО // Б.Н. Котенев, М.Ю. Кружалов, А.А. Трошков, Т.Б. Барканова., Т.В. Булатова, В.А. Царева., А.А. Коробочка, С.Н. Марков. – М.: ВНИРО, 2005 г., 48 с.
5. Anon. ICES. Reports of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG). ICES CM /ACOM:05.
6. Борисов М.В., Елизаров А.А., Нестеров В.Д. Роль нерестового запаса в формировании пополнения северо-восточной атлантической трески *Gadus morhua* // Вопросы ихтиологии. – 2006. – Т. 46, № 1. – С. 77–86.

УДК [597.552.511:591.53](285.2:571.66)

Т.Л. Введенская¹, А.А. Дышлевая²

¹ Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Петропавловск-Камчатский, 683000;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: vvedenskaya.t.l@kamniro.ru

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ СМОЛТОВ НЕРКИ ОЗЕРА АЗАБАЧЬЕ

У смолтов нерки оз. Азабачье во время миграции из озера в протоку происходит адаптация к смене пищи – планктонные организмы заменяются бентосными беспозвоночными. Проанализировано питание смолтов нерки в 2015 г. в период с 5 по 14 июля в протоке Азабачья. Спектр питания состоял из планктонных организмов, съеденных в озере (циклопов) и бентосных – в протоке (хинономиды на разных стадиях метаморфоза). Интенсивность питания рыб не очень высокая, индексы наполнения в среднем составляли 56,7⁰/₀₀₀, при доле рыб с пустыми равной 9,4%.

Ключевые слова: смолты нерки, озеро, протока, состав пищи, частота встречаемости, хинономиды, циклопы, имаго наземных насекомых, интенсивность питания.

T.L. Vvedenskaya¹, A.A. Dyshlevaya²

¹ Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

² Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: vvedenskaya.t.l@kamniro.ru

SPECIFICS OF SOCKEYE SALMON SMOLT FEEDING IN THE LAKE AZABACHYE

Sockeye salmon smolts of the lake Azabachye demonstrate the adaptation to change plankton forage for benthos invertebrates in the course of their migration from the lake to the channel. The analysis of sockeye salmon smolt feeding in the channel Azabachya was carried out in 2015 for the period from 5 to 14 July. The spectrum of food consisted of plankton organisms (copepods) consumed in the lake and benthos (chironomids at various stages of metamorphosis) foraged in the channel. Feeding intensity was not high: the stomach filling index was 56,7⁰/₀₀₀ averaged, when the stake of empty stomachs was 9,4%.

Key words: Sockeye salmon smolts, lake, channel, food composition, occurrence frequency, chironomids, copepods, terrestrial insect imago, feeding intensity.

Озеро Азабачье (Ажабачье) – наиболее важный нагульно-нерестовый водоем нерки в бассейне р. Камчатки [1, 2]. Это третье по величине акватории пресное озеро п-ова Камчатка. Озеро соединено с р. Камчаткой протокой Азабачья, длиной 11 км. В настоящее время относится к ряду наиболее изученных озер полуострова.

По уточненным данным [3] оз. Азабачье имеет площадь 56,45 км², объем – 1,026 км³, максимальную глубину – 36,8 м, среднюю глубину – 18,2 м, площадь водосбора – 486 км², период времени полной смены воды водосбором – 1,8 года, площадь литорали (глубины 0–5 м) – 16,5%, среднюю прозрачность в летний период по диску Секки – 3,0 м, высоту над уровнем моря – 6,0 м.

В бассейне оз. Азабачье нагуливается до 70% всей молоди нерки р. Камчатки, что делает его самым важным нагульным водоемом нерки этой реки. После ската, основная часть нерки р. Камчатки нагуливается в море 3 года, значительно реже 2 и 4 и, как исключение, – 1 и 5 [1]. В состав ихтиокомплекса оз. Азабачьего, кроме нерки, входят кижуч, горбуша, кета, мальма, кунджа, микижа, камчатский хариус, серебряный карась, амурский сазан, дальневосточная ручь-

евая минога, трехиглая колюшка (проходная и жилая формы), жилая девятииглая колюшка, звездчатая камбала и сибирский усатый голец. Исследование питания ранее было проведено у трехиглой колюшки [4, 5].

Целью данной работы является определение состава пищи и накормленности смолтов нерки при смене биотопа – во время миграции из озера в протоку.

Популяция нерки оз. Азабачье обитает в озере от нескольких месяцев (0+) до нескольких лет (1+, 2+). До смолтификации молодь нагуливается в озере и основной пищей является зоопланктон, а в летнее время пищевой спектр расширяется за счет имаго хирономид и наземных насекомых [6].

Материалом для данного сообщения послужили сборы смолтов в протоке Азабачья в период 5–14 июля 2015 г. (рис.). Всего собрано 5 проб. Размеры смолтов нерки различались незначительно, и средние показатели варьировали в пределах 10,0–10,2 см.

Результаты исследований состава пищи и накормленности представлены в таблице.

Таблица

Состав пищи и показатели накормленности смолтов нерки в оз. Азабачье (протока Азабачья) в 2015 г.

Таксон	5 июля			10 июля			11 июля			12 июля			14 июля		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Хирономиды личинки	5	0,1	< 0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Хирономиды куколки	15	0,4	0,4	8	0,1	0,1	100	7,8	17,1	35	0,4	0,3	50	2,3	3,7
Хирономиды имаго	40	0,7	0,5	8	1,1	1,6	95	16,0	42,7	70	2,6	4,8	55	14,9	17,4
Наземные насекомые имаго	25	0,6	1,2	8	0,1	1,1	70	2,3	18,3	16	4,3	14,6	40	0,9	5,9
Циклопы	75	1910,2	97,9	75	8021,3	97,2	50	75,2	21,9	70	2874,0	80,3	60	2810,5	73,0
Количество, экз.	20			12			20			20			20		
Пустые желудки, %	15			17			–			–			15		
Пределы колебаний ИНЖ, $\frac{0}{1000}$	6,0–132,2			7,6–147,7			8,9–107,8			0,3–142,5			9,7–248,7		
ИНЖ _{ср.} , $\frac{0}{1000}$	49,0			53,4			44,5			72,5			64,3		

Примечание. 1 – частота встречаемости, %; 2 – среднее количество организмов в одном желудке, экз.; 3 – масса организмов в одном желудке, %.

В разные даты взятия проб в протоке кормом молоди нерки были хирономиды на разных стадиях развития, имаго наземных насекомых и циклопы. До миграции нерки из озера, она потребляла в основном циклопов, т. к. в протоке свежезаглоченная пища в виде хирономид и имаго наземных насекомых располагалась в пищеводе и в верхней части желудка, а в нижней части желудка пищевой комок состоял из рачков, исключительно циклопов. Количество их в среднем насчитывало от 75,2 до 8021,3 экз. при максимальном количестве в одном желудке 25600 экз.

Из содержимого желудков следует, что у смолтов нерки в протоке происходит адаптация к бентосной пище. Так, 5 и 10 июля в пище чаще (75%) встречались циклопы и при среднем их количестве в желудках, соответственно 1910,2 и 8021,8 экз., доля их в пищевом комке составляла немногим более 97%. В это время отмечены в небольшом количестве хирономиды (личинки, куколки, имаго) и имаго наземных насекомых. 11 июля состав пищи отличался, т.к. значение циклопов резко понижалось, а хирономид и имаго наземных насекомых возрастало. Циклопы встречались у половины отловленных рыб, среднее количество составляло всего 75,2 экз., а доля их от всего пищевого комка не превышала 21,9%. Соответственно повышалась значение хирономид и им принадлежала наибольшая доля пищевого комка (59,8%). Встречались они в каждом желудке, и особенно много было имаго этих комаров. Также в это время заметно возрастало потребление имаго наземных насекомых — при частоте встречаемости равной 70% на их долю приходилось 18,3%. В пробах за 12 и 14 июля состав и структура пищевого комка различались незначительно. Основу пищевого рациона составляли циклопы — при частоте встречаемости 60–70%, среднее количество рачков в желудках равнялось 2810,5 и 2874,0 экз., а доля от всего пищевого комка варьировала в пределах 73,0–80,3%. Другими компонентами в питании были

по-прежнему хирономиды и имаго наземных насекомых. Интенсивность питания характеризовалась несколько большими показателями по сравнению с предыдущим периодом.

Смолты нерки, покидая пелагиаль озера, мигрируют в р. Камчатка через протоку Азабачья, где происходит адаптация к бентосной пище, представителями которой являются хирономиды, в основном на стадии куколки и имаго. К другим компонентам питания относятся имаго наземных насекомых. Интенсивность питания в это время не очень высокая, индексы наполнения в среднем составляли от 44,5 до 72,5⁰/1000, а количество рыб с пустыми желудками варьировало в пределах 0–17%.

Литература

1. Бугаев В.Ф. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). – М.: Колос, 1995. – 464 с.
2. Бугаев В.Ф. Азиатская нерка–2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад в конце XX- начале XXI вв.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011.
3. Николаев А.С., Николаева Е.Т. Некоторые аспекты лимнологической классификации нерковых озер Камчатки // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. – Петропавловск–Камчатский: КамчатНИРО. – 1991. – Вып. 1. – Ч. 1. – С. 1–17.
4. Введенская Т.Л., Бугаев В.Ф. К вопросу о питании трехиглой колюшки в литорали оз. Азабачье (бассейн р. Камчатка) // Материалы XI Междунар. конф. Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилег. морей. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2010. – С. 244–253.
5. Введенская Т.Л., Бугаев В.Ф. Мониторинг питания годовиков трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* в литорали озера Азабачье (бассейн реки Камчатка) // Сб. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» XVI междунар. науч. конф., посвящённой 20-летию образования природных парков на Камчатке. 18–19 ноября 2015 г. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – С. 270–274
6. Белоусова С.П. Питание молоди красной (*Oncorhynchus nerka* Walb.) в оз. Азабачьем // Изв. ТИНРО. – 1974. – Т. 90. – С. 81–92.

УДК 597.552.511(285.2:571.66)

Т.Л. Введенская¹, А.В. Шатрова²

¹ Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Петропавловск-Камчатский, 683000;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: vvedenskaya.t.l@kamniro.ru

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ МОЛОДИ КИЖУЧА ОЗЕРА БОЛЬШОЙ ВИЛЮЙ

В работе представлены результаты дифференциации молоди кижуча заводского и естественного происхождения по отолитным характеристикам из неводных обловов мелководных участков оз. Большой Вилюй и сетных уловов в озерах Малый и Большой Вилюй в октябре 2015 г. Получены сведения о распространении их в акватории исследуемого водоема и доли молоди кижуча разного происхождения.

Ключевые слова: озеро, молодь кижуча, отолиты, дифференциация, лососевый рыболовный завод, мальковый невод, ставная сеть, возраст.

T.L. Vvedenskaya¹, A.N. Shatrova²

¹ Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000

² Kamchatska State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: vvedenskaya.t.l@kamniro.ru

DIFFERENTIATION OF JUVENILE COHO SALMON IN THE LAKE BOLSHOY VILUY

The article demonstrates results of differentiation between hatchery and wild juvenile coho salmon based on specifics of otolith samples from the fry seine catches in the shallow water of the lake Bolshoy Viluy and from the trap net catches in the lakes Maliy and Bolshoy Viluy (October of 2015). Data about the ratio between hatchery and wild coho salmon and about their distribution in the lake are provided.

Key words: lake, juvenile coho salmon, otoliths, differentiation, salmon hatchery, fry seine, trap net, age.

В настоящее время значительная часть тихоокеанских лососей воспроизводится на лососевых рыболовных заводах (ЛРЗ). За последние 10 лет на долю России из ежегодного выпуска около 5 млрд экз. молоди в Северной Пацифике приходится в среднем приблизительно 15% [1]. Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей осуществляется на рыболовных заводах, расположенных в Сахалинской и Магаданской областях, Камчатском, Хабаровском и Приморском краях. На Камчатке действующими являются пять ЛРЗ: два ЛРЗ расположены в бассейне р. Большая («Озерки» и Малкинский ЛРЗ), один – в бассейне р. Паратунка (Паратунский ЛРЗ), один – в бассейне р. Авача («Кеткино») и один – на оз. Большой Вилюй («Вилюйский» ЛРЗ), восточное побережье. Объектами разведения на камчатских ЛРЗ являются кета, доля которой составляет 60–70%, нерка – 25–30 %, чавыча – 2–3% и кижуч – 2–3%.

Озеро Большой Вилюй расположено на юго-восточном побережье Камчатского полуострова. Оно представляет собой водоем неправильной формы, вытянутый с северо-запада на юго-восток и соединяющаяся с Авачинским заливом узкой протокой (рис.). Длина его составляла ~ 2,7 км, ширина – от 250 м в верхней части до 80 м в нижней, в отлив глубина в нем не превышает 1 м. Бассейн оз. Большой Вилюй включает само озеро, впадающую в него р. Большой Вилюй протяженностью 23 км и оз. Малый Вилюй с впадающей в него одноименной рекой длиной около 15 км, а также несколько ручьев [2].

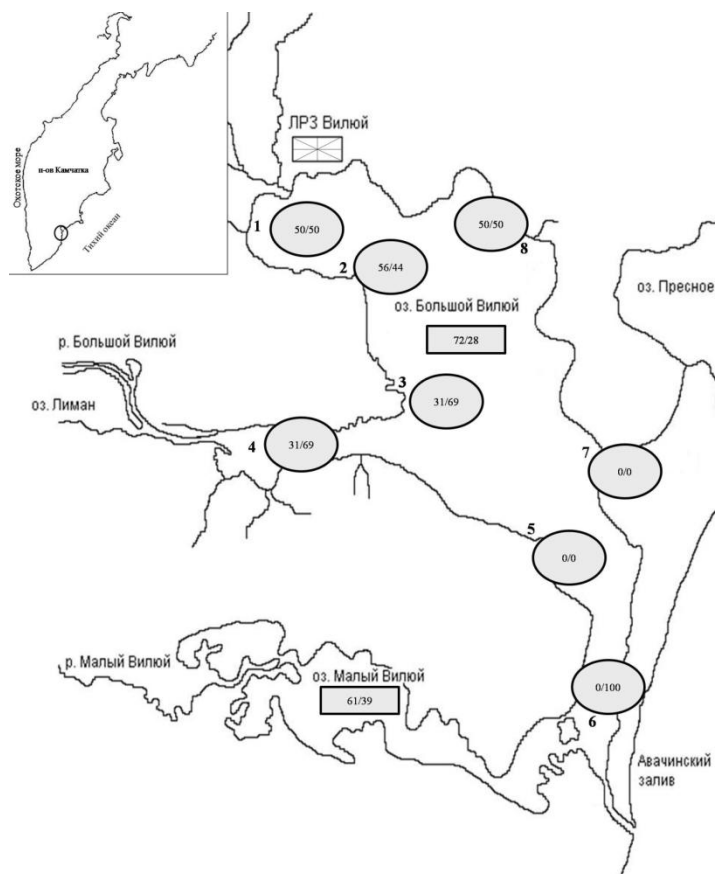


Схема оз. Большой Вилюй и расположение станций, на которых была отловлена молодь кижуча:
 ○ — неводные обловы, □ — постанровка ставной сети.
 В числителе доля рыб заводского происхождения, в знаменателе – естественного происхождения

На берегу в северо-восточной части озера расположен Вилюйский ЛРЗ, где объектом разведения с 2008 г. является только кижуч [3]. После выпуска с завода дальнейшая судьба молоди заводского кижуча была неизвестна. Мигрирует ли заводской кижуч сразу в море или остается в озере, и на какое время? Ответом на некоторые вопросы и посвящена данная работа.

Цель данного сообщения – определение доли молоди кижуча заводского происхождения в оз. Большой Вилюй в осенний период 2015 г.

В оз. Большой Вилюй промышленный лов производителей кижуча не происходит, отлавливают его лишь для научных целей и воспроизводства на заводе в объеме ~ 1,5 т. Икру кижуча закладывают на инкубацию от производителей, зашедших в озеро на нерест. Идентификацию заводских рыб в смешанных уловах производят с помощью отолитных меток. Маркирование является наиболее эффективным из способов мечения рыб, так как позволяет формировать в микроструктуре их отолитов компактные информативные метки (по типу штрих-кода), сохраняющиеся на протяжении всего жизненного цикла рыбы и позволяющие определить долю заводских рыб (как молоди, так и взрослых рыб) в общих уловах, скорость и пути их миграции, охарактеризовать распределение в реках, прибрежных участках моря в период откочевки в океан и в местах зимовки, уточнить существующие методики определения возраста (идентифицировать рыб по их происхождению) [4].

Маркирование отолитов на Вилюйском ЛРЗ осуществляется во время инкубации икры с помощью сухого мечения. Суть этого метода заключается в том, что изменения в структуре отолита вызывают манипуляции с режимом обводненности инкубируемой икры (точнее, эмбрионов на стадии "глазка"). В качестве фактора, формирующего полосы метки, используют кратковременное выдерживание икры во влажной атмосфере с обязательным сливом воды из инкубационного аппарата. Чередование обычных условий инкубации с инкубацией во влажной атмосфере отражается на микроструктуре. Мечению подвергается вся инкубируемая икра на заводе. Отобранные отолиты у молоди кижуча при проведении биологического анализа, в лабораторных ус-

ловях извлекают из чешуйной книжки и приклеивают на предметные стекла при помощи термопластического цемента, а потом шлифуют мелкозернистым диском до появления центральной части [5–7].

Для выполнения поставленной цели в третьей декаде октября 2015 г. были выполнены неводные обловы мальковым неводом литоральных участков оз. Большой Виллой на восьми станциях и выставлены ставные сети в более глубоких местах озера Большой и Малый Виллой (рис.).

Встречаемость молоди кижуча в уловах имела разные характеристики. Больше всего рыб попало в ставные сети, а в литоральной зоне молодь кижуча встречалась не на всех станциях, и количество отловленных рыб также существенно различалось (табл.).

Таблица

**Количество отловленной молоди кижуча (экз.)
и доля рыб разного происхождения (%) в октябре 2015 г.**

Дата	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7	Ст. 8	Озеро Большой Виллой	Озеро Малый Виллой
	мальковый невод									
20.10.15	–	–	–	–	–	–	–	–	43*** 72(28)	20** 61(39)
22.10.15	2 50(50)	16 56(44)	16 31(69)	16 31(69)	0/0	1 (0)100	0/0	9*** 50(50)	42* 56(44)	–

Примечание. Над чертой количество отловленных рыб (звездочками отмечено количество рыб, у которых не были отобраны отоциты); под чертой доля заводских и в скобках доля рыб естественного происхождения; – пробы не взяты.

Около завода (ст. 1) было проведено несколько невождений, в результате удалось отловить только два экземпляра одноразмерных двухлеток кижуча (13,0 и 12,9 см) заводского, в возрасте 2+, и естественного, в возрасте 1+, происхождения.

Наибольшее количество молоди кижуча встретилось в западном районе озерной литорали – в северо-западном (ст. 2), центральном (ст. 3) районах и ближе к устью р. Большой Виллой (ст. 4). На первой из перечисленных станциях больше встретилось молоди заводского воспроизводства (56%) в возрасте 2+, при длине тела от 12,0 до 15,1 см. Молодь кижуча естественного происхождения отличалась меньшими размерами (10,0–13,0 см) и вся она были двухлетками. На ст. 3 доля заводских рыб понижалась до 31 %, их возраст также соответствовал 2+, а размеры варьировали в пределах 9,9–12,0 см. Среди кижуча естественного происхождения встречались разновозрастные рыбы в возрасте 0+–2+, размеры которых составляли соответственно 9,5–10,1, 9,9–13,5 и 12,3–15,1 см. На ст. 4 доля заводских рыб в возрасте 2+, так же как и на ст. 3, была значительно ниже (31%) и размеры их изменялись от 13,0 до 14,0 см. Возрастной состав кижуча естественного происхождения представлен был двумя возрастными группами – сеголетками и двухлетками, длина которых соответствовала 5,5–9,5 и 9,1–13,0 см.

На станциях 5 и 7, расположенных в нижней части озера, молодь кижуча не встречалась, а на ст. 6 (мелководный участок перед протокой) был отловлен один экземпляр кижуча естественного происхождения в возрасте 1+ длиной 13,9 см.

На обследованном участке литорали восточного побережья (ст. 8) встречалась молодь кижуча естественного и заводского происхождения в равном соотношении. Среди кижуча естественного происхождения отмечены сеголетки и двухлетки, тогда как у заводских рыб определена возрастная группа 2+. Размеры рыб естественного происхождения соответствовали 9,3 (0+) и 10,9–10,9 (1+) см, заводского – 13,2–14,6 см.

В уловах из ставных неводов доля заводских рыб была выше независимо от даты и места помки (см. табл.). В оз. Большой Виллой размеры заводских рыб (2+) варьировали в пределах 13,2–16,3 см, рыб естественного происхождения – от 13,5–16,0 (1+) до 15,5–16,0 (2+) см. В оз. Малый Виллой размеры трехлеток заводского происхождения соответствовали 13,9–16,5 см, а размеры кижуча естественного происхождения – 13,1–15,1 (0+) и 15,2–16,7 (1+) см.

На основе полученных результатов можно заключить, что часть популяции молоди кижуча после выпуска с завода остается в озере, подтверждением тому — встречаемость трехлеток кижуча в осенний период 2015 г. Когда они мигрируют в море — вопрос открытый и чтобы ответить на него необходимо провести дополнительные исследования после распаления льда, перед выпуском молоди кижуча с завода в 2016 г.

Литература

1. Бугаев А.В., Растягаева Н.А., Ромаденкова Н.Н., Кудзина М.А., Давидюк Д.А., Гаврюсева Т.В., Устименко Е.А., Бочкова Е.В., Погодаев Е.Г. Результаты многолетнего биологического мониторинга тихоокеанских лососей рыбоводных заводов Камчатского края // Изв. ТИНРО. – 2015. – Т. 180. – С. 273–309 с.
2. Горин С.Л. Гидролого-морфологические процессы в эстуариях Камчатки: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М.: МГУ, 2009. – 26 с.
3. Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2011. Лососевые рыбоводные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. – 268 с.
4. Зиничев В.В., Леман В.Н., Животовский Л.А., Ставенко Г.А. Теория и практика сохранения биоразнообразия при разведении тихоокеанских лососей. Тихоокеанские лососи: Состояние. Проблемы. Решения. – М.: Изд-во ВНИРО, 2012. – 240 с.
5. Акиничева Е.Г. Использование маркирования отолитов лососевых рыб для определения эффективности рыбоводных заводов // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. – Магадан: МагаданНИРО, 2001. – Вып. 1. С. 288–296 с.
6. Акиничева Е.Г. Особенности сухого маркирования тихоокеанских лососей // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы Международ. науч.-практ. семинара. – Петропавловск-Камчатский: Печатный двор, 2006. – С. 231–240 .
7. Кудзина М.А., Давидюк Д.А., Растягаева Н.А., Ромаденкова Н.Н., Сахаровская Л.В., Ставенко Е.Г. Опыт массового маркирования лососей на ЛРЗ Камчатки // Материалы науч.-практ. конф. с международ. участием "Интенсивная аквакультура на современном этапе развития". – Махачкала: ДГУ, 2013. – С. 74–78.

УДК 595.384.2(265.51-16)"2005-2015"

В.А. Дегтярева

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),
Владивосток, 690091
e-mail: shadanakara@bk.ru*

**РАЗМЕРНАЯ СТРУКТУРА САМЦОВ КРАБА-СТРИГУНА
CHIONOECETES OPILIO В 2005–2015 гг. (ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД)
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ**

На основании материалов донных траловых съемок рассмотрен размерный состав самцов стригуна опилио с 2005 по 2015 гг. Проанализированы тенденции его изменения отдельно по районам и в Западно-Берингоморской зоне в целом. Установлено, что в указанный выше период произошло значительное уменьшение доли промысловых самцов в Западно-Берингоморской зоне – в 2005 г. она была оценена в 5,6%, а в период с 2008 по 2015 гг. не превышала 0,7%. Особенно заметно это было в наваринском районе, который является основным районом промысла. Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал снижение среднего размера промысловых самцов. Измельчание промысловой части популяции, вероятнее всего, связано с естественными причинами, а не с промыслом. В целом состояние популяции этого вида можно считать хорошим с тенденцией к увеличению промыслового запаса.

Ключевые слова: стригун опилио, Западно-Берингоморская зона, размерные группы, общий средний размер, доля промысловых самцов.

V.A. Degtyarova

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),
Vladivostok, 690091
e-mail: shadanakara@bk.ru*

**SIZE STRUCTURE OF SNOW CRAB CHIONOECETES OPILIO MALES
IN 2005–2015 (SUMMER AND AUTUMN) IN THE NORTH-WESTERN PART
OF THE BERING SEA**

On the basis of the bottom trawl survey data size structure of male snow crab from 2005 to 2015 is considered. Trends in its changes are analyzed in individual areas and in the West Bering Sea zone as a whole. It is established that there was a significant decrease in the proportion of males in the commercial West Bering Sea zone in the above period. In 2005 the share of commercial males was estimated at 5,6% and did not exceed 0,7% in the period from 2008 to 2015. This was particularly noticeable in the Navarin area which was a major fishing area. The analysis of interannual dynamics in size composition of males showed decreasing the average size of commercial males. Growing of the commercial part of the population was likely related to natural reasons but not to harvesting. On the whole the population state of this kind can be considered good with a tendency to the increase of the commercial supply.

Key words: snow crab opilio, West Bering Sea zone, size groups, average size, share of commercial males.

Краб-стригун опилио является наиболее массовым среди промысловых видов крабов в северо-западной части Берингова моря [1, 2].

В данной работе рассматриваются межгодовая динамика размерного состава данного вида.

Материалами для статьи послужили данные полученные при выполнении донных траловых съемок 2005–2015 г. (2005, 2008, 2010, 2012, 2014 и 2015 гг.) в ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны и Чукотского промыслового района. Исследования выполнялись донным тралом 27,1/24,4 м с вертикальным раскрытием 3-4 м и горизонтальным 16 м [3]. В территориальных водах самцы и самки встречались единично [4].

В результате многолетних исследований были выяснены распределения скоплений самцов крабов-стригунов опилио и соответственно этому выделены следующие районы:

Анадырский – с севера ограничен $65^{\circ}30'$ с.ш., с юга – $62^{\circ}39'$ с.ш., с востока ограничен разделительной линией рыболовных зон РФ и США, с запада проходит по траверзу м. Фаддея ($62^{\circ}39'$ с.ш., $179^{\circ}37'$ в.д.).

Олюторско-Наваринский – с севера ограничен береговой линией, с запада и востока ограничен мысами Олюторский и м. Фаддея.

Олюторско-Наваринский район подразделялся на 2 подрайона:

– участок между м. Олюторский и $176^{\circ}00'$ в.д. (корякский п/район).

– участок между $176^{\circ}00'$ в.д. и м. Фаддея (наваринский п/район);

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартной гидробиологической методике, принятой в ТИПРО-Центре [3].

На рисунке 1 представлен размерный состав самцов в 2005–2015 гг. в разных участках обследованного района.

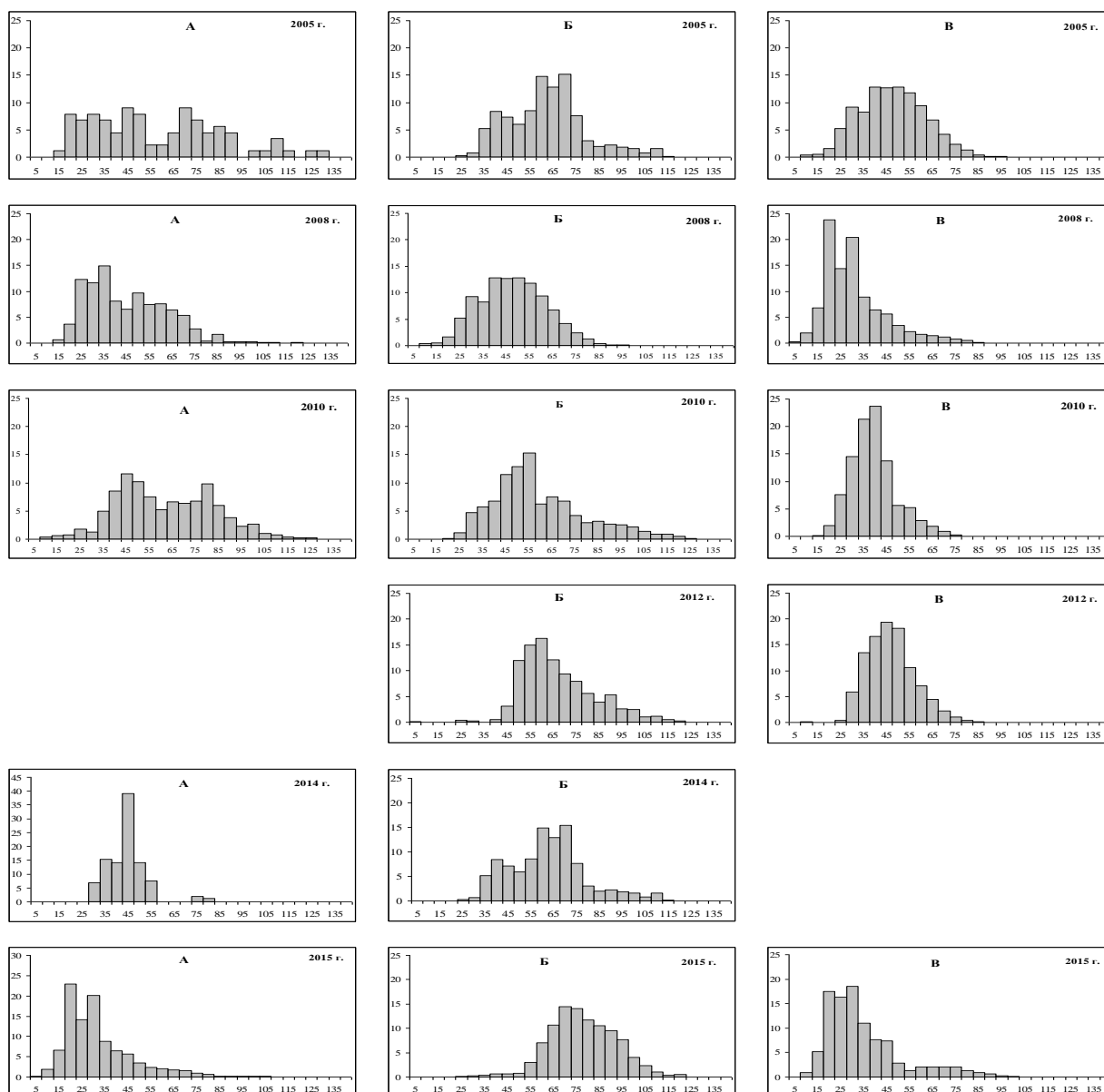


Рис. 1. (Начало). Размерный состав самцов краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря в 2005–2015 гг.

а – корякский п/район, б – наваринский п/район, в – анадырский район.

По шкале абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – частота встречаемости, %

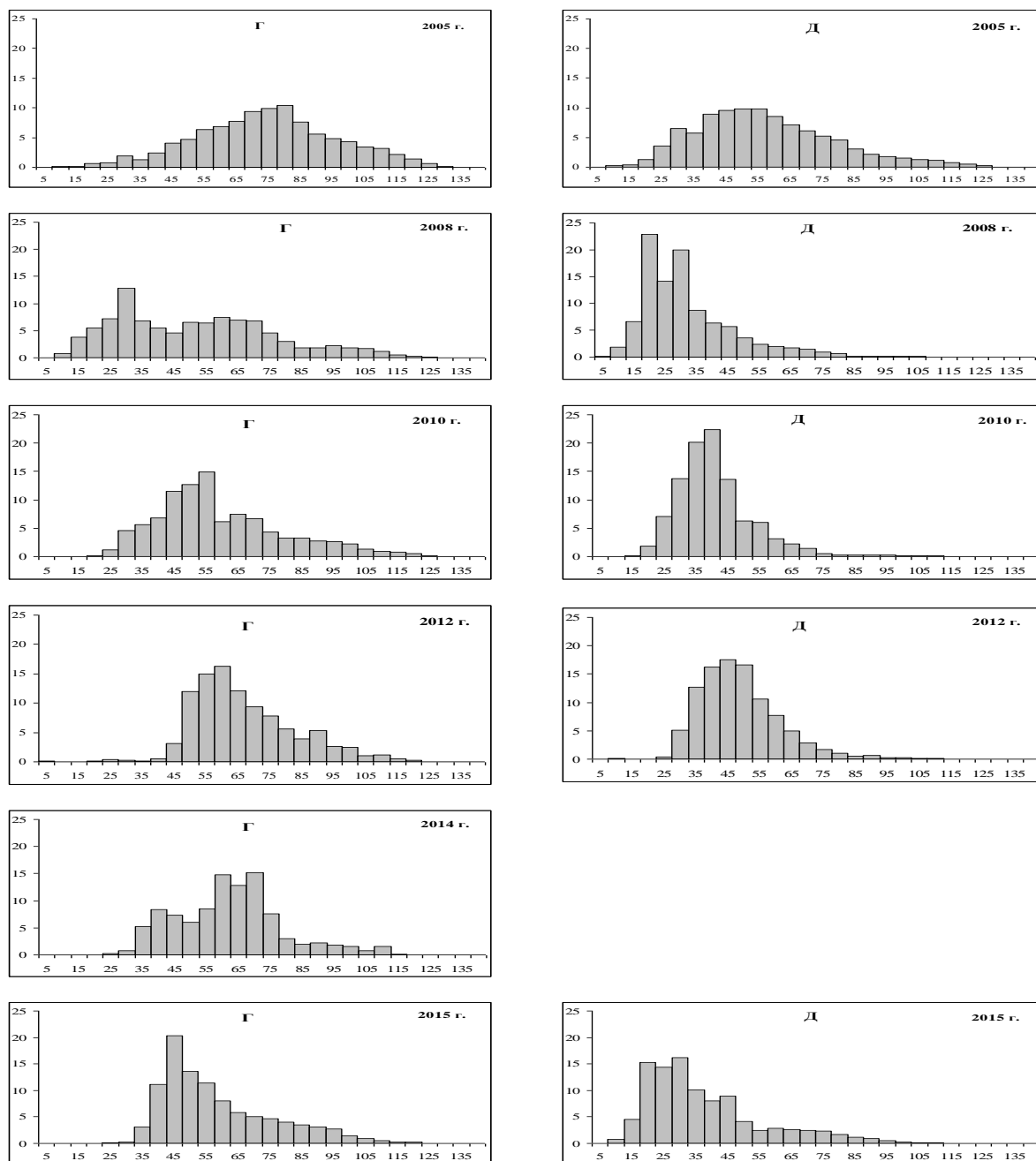


Рис. 1. (Окончание). Размерный состав самцов краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря в 2005–2015 гг.

Г – Олюторско-Наваринский район, Д – Западно-Беринговоморская зона.

По шкале абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – частота встречаемости, %

Данные траловых съёмок показали явное доминирование самцов непромыслового размера (табл. 1).

Таблица 1

Доли промысловых самцов краба-стригуна опилио в 2005–2015 гг. в северо-западной части Берингова моря (1 – Западно-Беринговоморская зона, 2 – корякский п/район, 3 – наваринский п/район, 4 – анадырский район), %

Район	Год					
	2005	2008	2010	2012	2014	2015
1	5,6	0,3	0,5	0,7	*	0,5
2	9,0	0,6	5,3	0,0	0,0	0,8
3	15,3	6,6	6,1	5,5	4,2	8,3
4	<0,1	<0,1	0,0	0,0	*	0,1

Примечание. Здесь и далее: * – недостаточное количество данных или их отсутствие.

В корякском п/районе их доля в указанный выше период составляла не менее 90%. Размерный состав, как правило, носил полимодальный или бимодальный характеры. Доли молодых самцов с шириной карапакса менее 85 мм варьировали от 80,9 до 100% (табл. 2). Доли пререкрутов I порядка размерами 85–99 мм после 2010 г. не превышали 1%. Доля промысловых самцов (ширина карапакса 100 и более мм) была максимальной в 2005 г. – 5,6%, а после этого варьировала в пределах 0,3–0,7% (см. рис. 1). С учетом этих величин и относительно низкой численности промысловых самцов добыча краба здесь минимальна и большого промышленного значения не имеет.

Таблица 2

Соотношение самцов краба-стригуна опилио разных функциональных групп в 2005–2015 гг. в северо-западной части Берингова моря, %

Год	Корякский район				Наваринский район				Анадырский район			
	ширина карапакса, мм											
	<85	85-99	100-119	≥120	<85	85-99	100-119	≥120	<85	85-99	100-119	≥120
2005	80,9	10,1	6,7	2,3	66,4	18,3	13,1	2,2	99,4	0,6	0,0	0,0
2008	97,1	2,2	0,6	0,1	86,8	6,6	6,1	0,5	99,8	0,1	0,1	0,0
2010	82,6	12,1	4,9	0,4	85,6	8,4	5,3	0,6	100,0	0,0	0,0	0,0
2012	*	*	*	*	82,7	11,8	5,2	0,3	99,9	0,1	0,0	0,0
2014	100,0	0,0	0,0	0,0	89,8	6,0	4,1	0,1	*	*	*	*
2015	98,5	0,7	0,7	0,1	64,0	22,7	7,8	0,6	98,1	1,8	0,1	0,0
Год	Олоторско-Наваринский район				Западно-Берингоморская зона							
	ширина карапакса, мм											
	<85	85-99	100-119	≥120	<85	85-99	100-119	≥120				
2005	66,7	18,1	13,0	2,2	87,4	7,0	4,8	0,8				
2008	88,4	5,9	5,3	0,4	99,3	0,4	0,3	0,0				
2010	85,4	8,6	5,3	0,6	98,8	0,7	0,5	0,0				
2012	82,7	11,8	5,2	0,3	97,9	1,4	0,7	0,0				
2014	89,9	6,0	4,0	0,1	*	*	*	*				
2015	87,6	9,2	2,9	0,2	96,8	2,7	0,5	0,0				

В анадырском районе самцы промыслового размера практически отсутствовали, их доля в период исследований не превышала 0,1%. Абсолютное большинство составляли молодые самцы, их доля в период с 2005 по 2015 гг. не снижалась менее 98%, причем значительное их количество было представлено широкопалыми особями.

В наваринском п/районе, являющимся основным районом промысла, в последние годы произошло значительное уменьшение доли промысловых самцов. С 15,3% в 2005 г. она снизилась до 4,2% в 2014 г., однако в 2015 г. возросла почти в 2 раза – 8,3%. Возможно, это связано с миграцией промысловых самцов через разделительную линию промысловых зон РФ и США.

Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов в Западно-Берингоморской зоне в целом, показал, что в последние годы произошло существенное снижение доли самцов промыслового размера. В 2005 г. их доля была оценена в 5,6%, а в 2008–2015 гг. была минимальна и варьировала от 0,3 до 0,7%. Столь значительное измельчение промысловой части популяции вероятнее всего произошло по ряду причин – это и естественная смертность старших возрастных групп, и в какой-то степени влияние промысла, а также возможная миграция промысловых самцов за границу разделительной линии РФ и США [4–6].

Ряд статистических размерных показателей самцов краба-стригуна опилио в 2005–2015 гг. в северо-западной части Берингова моря показан в таблице 3.

Таблица 3

Некоторые статистические размерные показатели самцов краба-стригуна опилио в 2005–2015 гг. в северо-западной части Берингова моря (1 – Западно-Берингоморская зона, 2 – корякский п/район, 3 – наваринский п/район, 4 – анадырский район), %

Год	L, min-max	Средний размер промысловых самцов				Общий средний размер самцов			
		1	2	3	4	1	2	3	4
2005	5-136	110,5 ± 0,3	115,6 ± 2,5	110,5 ± 0,3	105,8 ± 3,6	59,5 ± 0,2	59,7 ± 2,9	76,7 ± 0,4	49,7 ± 0,2
2008	5-129	108,0 ± 0,3	107,3 ± 2,3	108,4 ± 0,3	104,0 ± 0,3	33,7 ± 0,1	47,1 ± 0,5	54,9 ± 0,3	32,8 ± 0,1
2010	13-138	108,9 ± 0,3	107,2 ± 1,3	109,0 ± 0,3	103,0 ± 0,6	43,0 ± 0,1	63,9 ± 0,9	67,2 ± 0,2	41,3 ± 0,1
2012	2-133	107,1 ± 0,3	*	107,1 ± 0,3	*	50,5 ± 0,1	*	68,9 ± 0,2	48,6 ± 0,1
2014	25-127	107,4 ± 0,2	*	107,4 ± 0,2	*	*	46,1 ± 1,0	64,2 ± 0,2	*
2015	8-137	106,7 ± 0,4	111,4 ± 1,3	106,3 ± 0,5	105,5 ± 0,5	39,6 ± 0,1	51,7 ± 0,2	79,5 ± 0,3	36,7 ± 0,1

Общее уменьшение доли промысловых самцов в популяции некоторым образом сказалось и на их размерных показателях – среднем размере промысловых самцов и общем среднем размере. Общий средний размер самцов в северо-западной части Берингова моря в целом снизился с 59,5 мм в 2005 г. до 39,6 мм в 2015 г. (см. табл. 3). В анадырском районе он уменьшился с 49,7 мм в 2005 г. до 36,7 мм в 2015 г., в корякском п/районе эти показатели составили соответственно 59,7 и 51,7 мм. В наваринском п/районе в 2015 г., благодаря почти двукратному увеличению доли промысловых самцов, средний размер увеличился с 64,2 мм в 2014 г. до 79,5 мм, что практически соответствует уровню 2005 г.

Анализ межгодовой динамики среднего размера промысловых самцов в северо-западной части Берингова моря показал снижение с 110,5 мм в 2005 г. до 106,7 мм в 2015 г., что связано с причинами указанными выше. В анадырском районе средний промысловый размер с 2005 по 2015 гг. практически не менялся, что объясняется их малочисленностью и отсутствием промысла на этом участке. В корякском и наваринском п/районах происходило его плавное снижение, по сравнению с 2005 г. в 2015 г. оно составило 4-5 мм.

В целом состояние популяции стригуна опилио можно считать стабильным и удовлетворительным.

Литература

1. Иванов Б.Г., Соколов В.И. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* (Crustacea, Decapoda *Brachyura Majidae*) в Охотском и Беринговом морях. – 1997. – Т. 6 (3/4). – С. 63–86.
2. Исупов В.В. Краб-стригун опилио. О дифференциации группировок в северо-западной части Берингова моря // Рыбн. хозяйство. – 2003, №3. – С. 39–41.
3. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей / Под рук. В.Е. Родин и др., Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), 1979. – 59 с.
4. Федотов П.А. Межгодовая динамика размерного состава краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*) в северо-западной части Берингова моря // Тез. докл. XIV межд. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». – Петропавловск-Камчатский, 2013.
5. Федотов П.А. Некоторые особенности биологии шельфовых и глубоководных видов крабов в Западно-Беринговоморской зоне // Тез. докл. IV межд. науч. конф. «Морские прибрежные экосистемы и продукты их переработки». – Южно-Сахалинск, 2011.
6. Федотов П.А. Летнее распределение и некоторые особенности биологии промысловых видов крабов северо-западной части Берингова моря // Тез. докл. IV Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский, 2013.

УДК 582.272.46(265.546-15)

А.А. Дуленин

*Хабаровский филиал Тихоокеанского научно-исследовательского
рыбохозяйственного центра,
г. Хабаровск, 680028
e-mail: dulenin@mail.ru*

О ПРИМЕНИМОСТИ ВИЗУАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБИЛИЯ МАКРОФИТОВ НА ПРИМЕРЕ САХАРИНЫ ЯПОНСКОЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА

Традиционно ресурсы водорослей оценивают при помощи долгих и дорогостоящих водолазных съемок. Их результаты позволили оценить связь удельной биомассы с проективным покрытием для массовых видов макрофитов. У западных берегов Татарского пролива единственный востребованный промыслом вид – сахарина японская. Около 70% ее промысловых поселений расположены на глубинах до 6 м и видны с поверхности. Коэффициент детерминации удельной биомассы и проективного покрытия для вида в районе исследования высок (0,8). Это позволяет использовать данные наблюдений проективного покрытия при помощи водяного фонаря для пересчета в биомассу и оценки промыслового запаса. Промысловый запас вида оценен в 45 тыс. т, что сопоставимо с данными водолазных съемок по обследуемому району. Также метод пригоден для оценки удельных биомасс морских трав и в меньшей степени – для водорослей сем. Sargassaceae.

Ключевые слова: северо-западная часть Татарского пролива, сахарина японская, массовые виды макрофитов, наблюдения с поверхности, проективное покрытие, удельная биомасса, промысловый запас.

A.A. Dulenin

*Khabarovsk branch of the Pacific Fisheries Research Center,
Khabarovsk, 680028
e-mail: dulenin@mail.ru*

ABOUT APPLICATION OF VISUAL OBSERVATIONS FOR MARINE MACROPHYTE ABUNDANCE ESTIMATION BY THE EXAMPLE OF SACCHARINA JAPONICA IN WESTERN TARTAR STRAIGHT

Traditionally algae resources are evaluated by long and expensive diving surveys. Their results have allowed to estimate the dependence between relative biomass and projective cover for mass species of macrophytes in western Tatar Strait (within the Khabarovsk Territory). *Saccharina japonica* is the only exploited species in this area. About 70 % of the commercial stock are located at depths of up to 6 m and visible well from the marine surface. The coefficient of determination between relative biomass and projective cover for the species is high (0.8). This allows to use the data on projective cover got from marine surface for conversion to biomass and the commercial stock estimation. It is defined in the amount of 45 thousand tons which is comparable with the diving surveys data of the area. The method provides good accuracy of estimation; it is cheap, fast and easy to use. It is useful for estimation of the specific biomasses for seagrass and in a lesser degree for Sargassacea algae.

Key words: western Tartar Strait, *Saccharina japonica*, macrophyte mass species, observation from marine surface, projective cover, relative biomass, commercial stock.

В последние десятилетия для оценки ресурсов макрофитов используют, преимущественно, водолазные гидробиологические съемки. Они позволяют получать данные о составе, распределении и обилии макрофитов практически на всем диапазоне глубин их обитания. Однако, водолазные съемки имеют ряд недостатков, серьезно ограничивающих их применение. Они требуют значительного времени. Обследование прибрежной зоны протяженностью от нескольких сотен до тысячи километров требует от нескольких недель до нескольких месяцев, в зависимости от задач исследования. Водолазные работы трудоемки, относятся к особо вредным и тяжелым ви-

дам деятельности, требуют наличия дорогостоящего оборудования и обученного персонала. Вследствие этого они дороги. Как правило, стоимость съемки большого прибрежного района составляет несколько миллионов рублей. В условиях слабо развитого прибрежного промысла, характерного для большинства дальневосточных регионов, очевидно, что частое проведение водолазных съемок, при том, что стоимость добываемых водных биоресурсов меньше стоимости съемки, лишено смысла. Во всяком случае, с уменьшением государственного финансирования учреждений науки, рассчитывать на это не следует. Вообще, например, у берегов Татарского пролива в границах Хабаровского края, независимо от общественного строя и экономической ситуации, полноценные водолазные гидробиологические съемки в течение полувека, с самого начала их проведения, выполнялись в среднем раз в десятилетие. Вместе с тем, в последние годы требования к качеству материалов, обосновывающих прогнозы общего допустимого улова и возможного вылова объектов промысла, ужесточаются, что вполне закономерно. Эти обстоятельства требуют поиска простых, дешевых и безопасных подходов и методов, позволяющих получать данные о состоянии ресурсов водорослей.

В начале водорослехозяйственных исследований на Дальнем Востоке широко применяли визуальные обследования поселений макрофитов [1, 2], выделяя различные степени их мощности на основе величины проективного покрытия дна (ПП) макрофитами.

Автором была поставлена задача решить вопрос о применимости визуальных наблюдений для оценки промысловых запасов сахарины японской для конкретных условий прибрежного пояса растительности северо-западной части Татарского пролива в пределах Хабаровского края.

Для этого были установлены общие закономерности распределения сахарины японской взаимосвязь между ПП и УБМ массовых видов макрофитов по данным водолазной съемки западной части Татарского пролива в пределах Хабаровского края. Протяженность обследованного района около 600 км. Съемка была проведена на НИС «Потанино» Базы исследовательского флота ТИНРО-Центра в июле-августе 2010 г. на глубинах от 1-2 до 20 м. Было выполнено 711 гидробиологических станций на 149 разрезах со средним расстоянием между разрезами в 2 мили.

Визуальные наблюдения с поверхности с использованием водяного фонаря (бентовизора) были проведены в августе и сентябре 2015 г. на участках от бухты Аджима на юге до мыса Сюркум на севере (рис. 1). Обследовано около 250 км прибрежной зоны. Работы выполнены с борта маломерного катера. Проведены визуальные обследования 37 участков произрастания сахарины японской. Дополнительно на участках проведения наблюдений выполнено 50 водолазных станций на 22 разрезах, на глубинах от 2 до 20 м.

Для определения координат и расстояний использованы спутниковые навигаторы. Расчет запаса выполнен по методикам, рекомендованным ВНИРО [3].

Статистическая обработка проведена при помощи свободно распространяемой программы Past 3 [4]. Для выявления связи ПП и УБМ использована процедура регрессионного анализа. Статистическую значимость различий уровня промыслового запаса на отдельных участках в разные годы устанавливали при помощи критерия Колмогорова-Смирнова.



Рис. 1. Карта-схема района исследований в западной части Татарского пролива 2015 г.

Сахарина японская в Татарском проливе является наиболее ценным промысловым видом водорослей. Наблюдения на участках промысла показали, что ее поселения формируются из года в год в одних и тех же местах в подходящих для вида топических условиях. Это позволяет, учитывая низкий уровень эксплуатации запаса (добыча 50–500 т ежегодно в текущем столетии), принять допущение о стабильности его состояния. Существенные флуктуации биомассы ограничены отдельными поселениями. Они обычно связаны со сменой генераций и не оказывают значительного влияния на состояние запаса по району в целом.

Промысловой считается биомасса более 5 кг/м². В наиболее плотных зарослях биомасса вида превышает 20 кг/м². Промысловые заросли располагаются на глубинах от 2 до 15 м. Однако по большей части плотные заросли, пригодные для промысла, распределены на глубинах от 2 до 6 м (рис. 2, слева). Здесь располагается около 70% станций с УБМ более 5 кг/м². Это обстоятельство облегчает наблюдения за состоянием зарослей, которые можно проводить прямо с борта маломерного судна при помощи водяного фонаря (бентовизора).

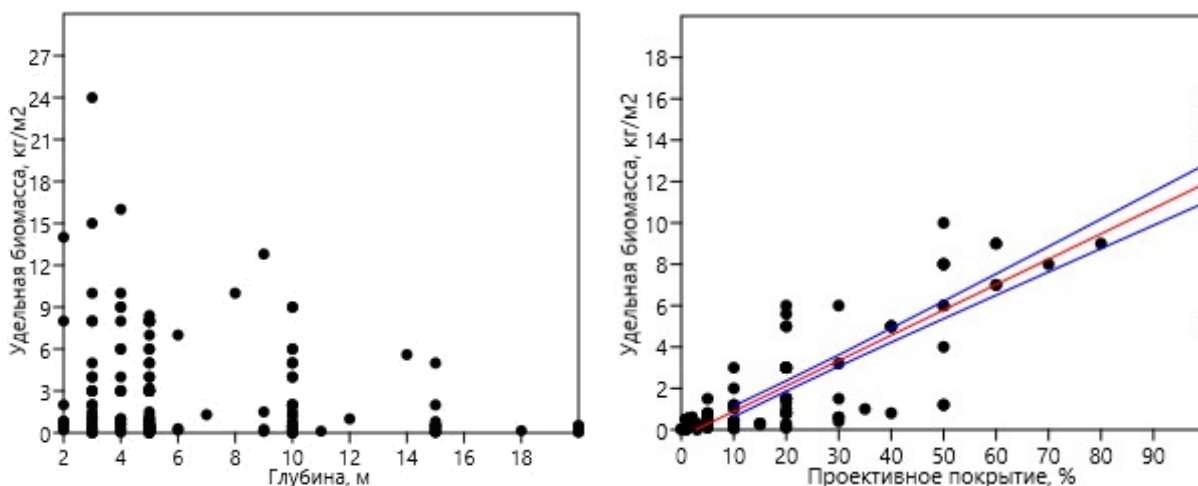


Рис. 2. Распределение УБМ сахарины японской по глубинам, с линией регрессии и доверительными интервалами (слева) и в зависимости от проективного покрытия (справа) по данным водолазной съемки 2010 г. в северо-западной части Татарского пролива

Следует указать, что сама целесообразность учета поселений сахарины японской, расположенных на глубинах более 6 м, в качестве промысловых, сомнительна. Эти поселения недоступны для добычи при помощи канзы. При водолажном промысле водолазы по соображениям экономии воздуха, снижения трудозатрат и безопасности также предпочитают работать на мелководьях, в горизонте глубин от 3 до 6 м, редко спускаясь ниже. Таким образом, реально осваиваются промыслом только поселения, расположенные на мелководьях. Именно их и следует учитывать в качестве промыслового запаса.

Такие поселения хорошо доступны для наблюдений с поверхности. Выясним, насколько визуальные данные пригодны для оценок промыслового запаса. Вообще глазомерные оценки ПП не отличаются высокой точностью [5–7]. Полученные во время точечных водолажных погружений на отдельных станциях данные о ПП хороши для выявления связи с УБМ, однако часто бывают непригодны для расчета запаса. В условиях неоднородного растительного покрова мелководий для относительно верного определения ПП на каждом участке водолазу необходимо осмотреть значительную площадь (порядка сотен квадратных метров), что в условиях ограниченной видимости и малого времени погружений в большинстве случаев невозможно. Инструментальное же определение ПП под водой крайне трудоемко и требует значительного времени [8]. Однако эти проблемы неплохо решаются при осмотрах с поверхности. Даже точечный осмотр с борта маломерного судна позволяет оценить ПП на площади порядка нескольких десятков квадратных метров. При движении судна с малой скоростью (не более 1–2 км/ч) осмотр нескольких сотен квадратных метров занимает не более 10 минут, что сопоставимо со временем выполнения одной точечной водолажной станции. Фактически, визуальные осмотры это наиболее реалистичный способ промысловой разведки, которым пользуются промысловики в повседневной практике.

Очевидно, что определение запаса возможно только при условии, если ПП можно удовлетворительно пересчитать в УБМ. Это не всегда возможно по естественным причинам. Ясно, что при одном и том же покрытии дна, макрофиты могут образовывать разные удельные биомассы. Это зависит от плотности, агрегированности, характера расположения растений, рельефа местности. Так, на пологом дне лежащие слоевища могут формировать значительное ПП при малой УБМ, тогда как на глыбовых навалах куртины в несколько десятков расположенных вертикально талломов нередко образуют значительные УБМ даже при относительно малых ПП.

Определим, насколько связаны ПП и УБМ для сахарины японской и истолкуем статистические данные. Как и для других видов, образующих растительный покров на мелководьях (см. таблицу), угол наклона линии регрессии для зависимости ее ПП от УБМ статистически значимо отличается от нуля. Вероятность ошибки ($p < 0,0001$) ничтожно мала. Таким образом, следует говорить, что зависимость объективно существует. Величина коэффициента детерминации высока, она означает, что выраженность растительного покрова на 80% зависит от фитомассы. Угловым коэффициентом равен 0,11 с доверительными границами 0,1 и 0,13. Исходя из этого, при 100% ПП расчетная величина средней УБМ равна 11 кг/м², а истинная средняя с 95% вероятностью находится в пределах от 10 до 13 кг/м². Очевидно, такой точности определения УБМ вполне достаточно для практических целей. Это позволяет использовать данные о ПП, полученные во время визуальных осмотров, для расчета величины промысловых запасов сахарины японской.

Таблица

Описательные статистики и показатели зависимости* УБМ и ПП для макрофитов северо-западной части Татарского пролива (в пределах Хабаровского края) по данным водолозной съемки 2010 г.

Вид	N проб	УБМ, кг/м ² средняя,	ПП, % медиана	Угловой коэффициент а	95% доверит. границы	Коэффициент детерминации R ²
<i>Saccharina japonica</i>	154	2,6 ± 0,3	20	0,12 ± 0,005	0,1–0,15	0,78
<i>Sargassum pallidum</i>	33	3,2 ± 0,6	40	0,11 ± 0,02	0,08–0,15	0,59
<i>Stephanocystis crassipes</i>	94	1,34 ± 0,18	20	0,06 ± 0,005	0,05–0,08	0,63
<i>Saccharina cichorioides</i>	38	1,3 ± 0,3	10	0,05 ± 0,006	0,03–0,07	0,64
<i>Odonthalia corymbifera</i>	35	0,6 ± 0,2	10	0,05 ± 0,008	0,01–0,08	0,53
<i>Zostera asiatica</i>	60	1,26 ± 0,19	20	0,04 ± 0,003	0,03–0,05	0,79
<i>Phyllospadix iwatensis</i>	90	2,3 ± 0,2	20	0,07 ± 0,007	0,06–0,09	0,74

* для перечисленных видов зависимость характеризуется высоким уровнем статистической значимости (<0,0001).

В 2015 г. промысловые запасы сахарины японской были обнаружены на 16 участках общей протяженностью 80 км. Их площадь была оценена в 7,6 км², средняя УБМ 8 кг/м², промысловый запас 45 тыс. т. Объем промыслового запаса на отдельных участках составил от 200 до 6700 т, в среднем 2731 ± 369 т.

Целесообразно сравнить эти результаты с данными водолозной съемки 2010 г. [9]. Тогда, по уточненным данным, промысловый запас вида вдоль побережья района был оценен в 80 тыс. т. При этом, на обсуждаемом участке, от мыса Сюркум до бухты Аджима, на глубинах, доступных визуальному наблюдению, промысловые поселения были обнаружены на 13 участках общей протяженностью 58 км, суммарной площадью 5,5 км². Средняя УБМ составила, как и в 2015 г., 8 кг/м², промысловый запас также был оценен практически на одном уровне с 2015 г. – 46 тыс. т. Объем промыслового запаса на отдельных участках составил от 360 до 17750 т, в среднем 3512 ± 1411 т. Сравнение объемов промыслового запаса отдельных участков по данным водолозной и визуальной съемки показывает статистическую незначимость их различий ($p = 0,11$).

Таким образом, оценка запасов сахарины японской по данным визуальных осмотров дает сходные с водолозной съемкой результаты. При этом продолжительность съемки отрезка прибрежной зоны в 250 км составила 2 дня, что на порядок меньше времени, необходимого для проведения стандартной водолозной съемки с борта среднетоннажного судна. Стоимость проведения съемки – не более нескольких десятков тысяч рублей, т. е. на 3 порядка дешевле проведения водолозной съемки.

Обсудим, насколько метод пригоден для определения фитомассы других массовых видов перечисленных в таблице. Коэффициенты детерминации УБМ и ПП наиболее высоки для морских трав (зостеры азиатской и филлоспадикса иватенского), их доверительные интервалы узки.

Это вполне естественно. Стебли и листья морских трав обычно располагаются вертикально, травы образуют компактные луга или дерновины с относительно однородным сложением. Это обуславливает тесную связь показателей обилия морских трав – данные об их ПП вполне можно использовать для расчета фитомассы.

Фукусовые водоросли (цистозира толстоногая, саргассум бледный) и сахарина цикориевидная имеют более низкие коэффициенты детерминации показателей обилия с относительно широкими доверительными интервалами. Для фукусовых это обусловлено сложной размерно-возрастной структурой поселений многолетних растений. У этих видов слоевища разного возраста при одном и том же ПП могут формировать УБМ, различающиеся на порядок. Что касается сахарины цикориевидной, то ее относительно мягкие слоевища могут занимать любое положение в пространстве, размывая зависимость между мощностью покрова и фитомассой. Использовать данные визуальных наблюдений можно только для грубого определения фитомассы этих видов.

Наконец, ПП и УБМ одноталии щитконосной довольно слабо связаны, доверительные интервалы широки, что лишает смысла количественные пересчеты.

Визуальные осмотры можно использовать не только для оценки запасов, но также при выполнении рыбохозяйственных характеристик отдельных акваторий, для оценки ущербов от хозяйственной деятельности, и т.п. Поскольку характеристики пояса макрофитов в разных регионах могут существенно различаться, целесообразно получать свои данные о связи показателей их обилия для каждого региона. Например, в западной части Охотского моря зависимость ПП от УБМ покровообразующих видов слабее, чем в западной части Татарского пролива [10]. Очевидно, это связано с тем, что данные, в соответствии со спецификой съемок, в Охотском море собирали после нереста сельди. В это время обикрение макрофитов скрадывает имеющиеся зависимости, а взвешенные массы икры в воде мешают наблюдениям. Таким образом, при планировании работ следует учитывать биологические особенности пояса макрофитов изучаемого района. Вполне очевидно, что достаточная прозрачность воды - необходимое условие успешного проведения исследований.

Итак, данные визуальных наблюдений пояса растительности можно использовать для хозяйственных расчетов при условии хорошо выраженной связи УБМ и ПП, с учетом ограничений применимости метода.

Литература

1. *Зинова Е.С.* Морская капуста (*Laminaria*) и другие водоросли, имеющие промысловое значение // Изв. ТИНРО. – 1928. – Т. 1, вып. 1. – С. 77–143.
2. *Гайл Г.И.* Ламинариевые водоросли дальневосточных морей // Вестник ДВ ФАН СССР. – 1936. – № 19. – С. 31–65.
3. *Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А., Штрик В.А.* Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. – М.: ВНИРО, 2005. – 80 с.
4. *Hammer Ø.* PAST. Reference manual. – Oslo: University of Oslo, 2015. – 228 p.
5. *Барашков Г.К.* О методике количественного учета литоральных водорослей // Распределение и состав промысловых водорослей Баренцева моря // Труды ММБИ Кольского филиала АН СССР. – 1965. – 8(12). – С. 8–12.
6. *Шмаков В.М., Шулипенко Т.Ф.* Определение величины проективного покрытия в зарослях воздушно-водных растений // Гидробиологический журнал. – 1981. – Т. 17, № 2. – С. 103–105.
7. *Кулепанов В.Н., Жильцова Л.В.* Динамика ресурсов *Phyllospadix iwatensis* Makino на побережье Японского моря (Приморье) // Растительные ресурсы. – 2004. – Вып. 9. – С. 29–35.
8. *Денисов Н.Е.* Некоторые вопросы методики долазных исследований донных сообществ // Океанология – 1972. – Т. 12, вып. 5. – С. 884–889.
9. *Дуленин А.А.* Ресурсы и распределение промысловых макрофитов западной части Татарского пролива (в пределах Хабаровского края) // Изв. ТИНРО – Т. 170. – 2012. – С. 17–29.
10. *Дуленин А.А.* Распределение сублиторальной растительности материкового побережья Охотского моря (в пределах Хабаровского края) // Известия ТИНРО: Сб. науч. тр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2015. – Т. 180. – С. 107–127.

УДК 582.273:639.29.053(265.5)

Н.В. Евсева

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (ВНИРО)
Москва, 107140
e-mail: evseeva@vniro.ru*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ АНФЕЛЬЦИИ ТОБУЧИНСКОЙ САХАЛИНО-КУРИЛЬСКОГО РЕГИОНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Из многообразия красных водорослей, обитающих в Сахалино-Курильском регионе, интерес для промысла представляет только анфельция *Ahnfeltia tobuchiensis*, запас которой превышает 200 тыс. тонн. Рассмотрены промысловые характеристики двух полей анфельции и предложены рекомендации по рациональной эксплуатации ее ресурсов.

Ключевые слова: анфельция, Сахалин, Кунашир, запас, промысел.

N.V. Evseeva

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),
Moscow, 107140
e-mail: evseeva@vniro.ru*

MODERN STATE OF SAKHALIN-KURIL REGION *AHNFELTIA TOBUCHIENSIS* RESOURCES AND PERSPECTIVES FOR ITS RATIONAL EXPLOITATION

Among red algae inhabiting the Sakhalin-Kuril region only *Ahnfeltia tobuchiensis* is attractive for fishing. The stock is up 200 thousand tons. Fishery characteristics of two fields of *Ahnfeltia* and recommendations for rational exploitation of its resources are suggested.

Key words: *Ahnfeltia*, Sakhalin, Kunashir, stock, fishing.

Красные водоросли – наиболее распространенная и представленная большим числом видов группа водорослей бореальной зоны. Несмотря на значительный видовой состав и частоту встречаемости, поселения красных водорослей отличаются небольшими площадями и невысокими биомассами, что не позволяет организовать масштабный промысел. Промысловым видом можно считать только анфельцию тобучинскую *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kannoet Matsubara) Mak. Вид является эндемиком Дальнего Востока России [1]. Ареал охватывает Японское море (залив Петра Великого и южная часть Сахалина (лагуна Буссе в заливе Анива) и южные Курильские острова (залив Измены о. Кунашир). В Сахалинской области расположено два поля анфельции тобучинской – в зал. Измены (о. Кунашир) и в лагуне Буссе (о. Сахалин). Анфельция размножается только вегетативно и ее рост зависит от многих внешних факторов. Каждое поле имеет свои особенности, определяемые местными условиями [2], уровнем запасов и степенью их разработки (добычи).

В лагуне Буссе (о. Сахалин) поле анфельции состоит из трех частей – основного поля, расположенного в юго-восточной части лагуны и двух локальных участков в северной и западной частях. Северный и западный участки являются фрагментами основного поля, вынесенными циклоническим течением. Основное поле расположено на глубинах от 1,5 до 6 м и со всех сторон, кроме северной и северо-западной, окружено зарослями морской травы (*Zosteramarina*L.).

Поле анфельции в лагуне Буссе японские рыбопромышленники начали разрабатывать еще в 1916 г. и первоначально здесь добывалось по 9 тыс. т ежегодно. В начале промысла площадь

поля превышала 25 км², общий запас составлял около 100 тыс. т [3]. Удельная биомасса ориентировочно насчитывала 4 кг/м². В 30-е годы японские ученые провели работы по определению продуктивности зарослей анфельции и выделили наиболее продуктивную зону в юго-восточной и восточной частях лагуны, а северную и западную ее части объявили заповедными. Промысел проводили исключительно в юго-восточной части, наиболее продуктивной. Подрыв ресурсов основного и наиболее продуктивного поля был очевидной ошибкой, что привело к снижению запаса анфельции в лагуне в 1943 г. до критических значений в 19 тыс. т и промысел был остановлен [4].

В 1946 г. начался советский промысел анфельции в лагуне. По данным Г.И. Гайла в 1948 г. запас анфельции насчитывал 27,8 тыс. т на площади 13,1 км². Средняя биомасса составляла около 2,1 кг/м². Система промысла вначале была шестипольной, потом в 1961 г. стала трехпольной (когда запас уже составлял 16–18 тыс. т), на каждом поле добывалось 2 тыс. т, поля менялись ежегодно. Однако такая система оказалась губительной для поля, да и сам промысел велся с нарушениями [3]. В период с 1970 по 1999 гг. промысел был остановлен в связи с резким снижением запаса водоросли. Так, по данным Ю.Г. Локтина (архив СахНИРО) в 1970 г. площадь поля едва превышала 5,1 км², средняя удельная биомасса составляла 0,2 кг/м², а общий запас 1,23 тыс. т. К 1984 г. поле немного восстановилось до следующих параметров: площадь – 5,9 км², удельная биомасса – до 0,4 кг/м², а запас вырос до 2,8 тыс. т.

Как видим, перенос промысла как японскими так и отечественными промышленниками на самую продуктивную юго-восточную часть пласта привел к резкому снижению запасов анфельции. К тому же в лагуне регулярно наблюдалось заиливание центральной части, усилившееся в 60-е годы прошлого века. Отложению илистых грунтов в лагуне способствовали ее географическая расположенность и система постоянных течений [5].

Запрет промысла (1970–1999 гг.) принес результаты [6]. Биомасса пласта анфельции на основном промышленном участке увеличилась. Появилась возможность начать промысловую эксплуатацию данной вида в режиме контрольного лова. Но, по экономическим причинам, через несколько лет промысел снова остановился.

Последнее полноценное обследование поля анфельции в лагуне было проведено в 2012 г. Основные параметры поля выглядели следующим образом: высота пласта изменялась от 3 до 35 см, в среднем составляя 12,6 см (в 2007 г. – 14,6 см); удельная биомасса варьировала от 0,02 кг/м² до 12,6 кг/м², средняя биомасса составляла 2,8 кг/м² (в 2007 г. – 3,2 кг/м²). Запас анфельции в лаг. Буссе в 2012 г. насчитывал около 26,3 тыс. т. Общая площадь поля определена в 9,5 км², хотя еще в 2007 г. она достигала 14,9 км² и явно имеет тенденцию к снижению [7]. Несмотря на то, что уже несколько лет мониторинг ресурсов анфельции в лагуне не проводится, результаты контрольных сборов свидетельствуют о снижении всех основных параметров. По нашему мнению поле анфельции в лагуне Буссе уже много лет находится в депрессивном состоянии с тенденцией к исчезновению. Поэтому никакого промысла анфельции в юго-восточной и южной частях лагуны не должно быть. Возможен сбор штормовых выбросов на берегу и предштормовых скоплений на мелководье в северной и западной частях лагуны.

В зал. Измены на юге о. Кунашир расположено самое крупное по запасам поле анфельции. С мористой стороны залива и вдоль прибрежной полосы пласт анфельции удерживается мощными плотными зарослями морских трав (*Zosteramarina*, *Z. asiatica*). Границы их распространения на протяжении всего периода исследования не изменялись. Это своего рода каркас, сдерживающий пласт, не позволяющий в период прохождения штормов выбрасывать пласты анфельции на берег и уносить значительные части поля из залива. В зимний период площадь поля увеличивается, пласт рассеивается по акватории залива. В летний период пласт сжимается и подтягивается к берегу. За период исследований с 1989 г. минимальная площадь поля наблюдалась в период промысла анфельции в 1991 г. и в первый год окончания промысла (1994 г.), и составляла 21,75 и 22,62 км², соответственно. Наибольшая площадь поля – 38,66 км² – была отмечена в 2004 г. По-видимому, оптимальной для залива является величина площади поля анфельции, ограниченная значениями 30–33 км². В настоящее время площадь поля относительно стабильна и испытывает только флуктуационные изменения.

Высота пласта является показателем его жизнедеятельности. Пласт высотой 15 см является наиболее энергетически выгодным для сообщества анфельции [8]. С увеличением высоты пласта потребление начинает достигать или превышать синтез органических веществ. Пласт высотой

5–25 см входит в продукционную зону [9]. Средняя высота пласта в заливе Измены в 2015 г. насчитывала 15,7 см. Максимальная высота пласта составляла 70 см в зоне антициклонического круговорота. Минимальные значения средней высоты пласта наблюдались в период проведения промысла: в 1990 г. (14,4 см) и в 1993 г. (13,9 см). С 1994 г. отмечен рост значения средней высоты пласта (рис. 1), который варьирует в пределах 15–20 см. За период промысла до 1994 г. колебания средней высоты пласта находилось в обратной зависимости от общей площади поля. В отсутствие промысла динамика общей площади поля и средней высоты пласта сходны.

Средняя удельная биомасса анфельции прежде всего зависит от высоты пласта и от его сцепленности, т. е. рыхлости. Средняя удельная биомасса анфельции за период 1989–1993 гг. варьировала от 3,1 до 6,4 кг/м², и, в целом, имела тенденцию к снижению. С 1994 г. при отсутствии промысла наблюдается постепенный рост ее значения (рис. 1). В 2015 г. средняя биомасса анфельции в зал. Измены составила 5,1 кг/м² и при отсутствии промысла держится на уровне 4–6 кг/м².

Самая низкая величина запаса поля анфельции в заливе наблюдалась в 1993 г. и составляла 80 тыс. т. С отсутствием промысла общий запас анфельции сначала увеличился в 2004 г. до 205,7 тыс. т. В дальнейшем величина запаса снизилась, что предположительно является проявлением экотопической флуктуации (рис. 2). По данным 2015 г. запас определен в 157,6 тыс. т.

Отрыв частей пласта анфельции от основного поля и выброс их на берег для зрелого высокопродуктивного поля является естественным процессом. В лагуне Буссе за счет оторванных пластов формируются северный и западный участки поля. Благодаря умеренным выбросам анфельции поле обновляется, толщина пласта уменьшается и увеличивается его продуктивность [2]. Береговые выбросы могут также использоваться для переработки. Объем штормовых выбросов анфельции при активном промысле в заливе Измены ежегодно в среднем составлял около 6–12 тыс. т [10]. В последние годы, в связи с отсутствием промысла в заливе, объем ежегодных береговых выбросов не превышает 1 тыс. т.

За время изучения ценопопуляций анфельции неоднократно проводились эксперименты по разработке технологии ее воспроизводства. Изучали возможность образования пласта из отдельных фрагментов и интродукции водоросли в новые водоемы с подходящими условиями. Так, в 70-е годы завезли несколько тонн анфельции в оз. Птичье на юге Сахалина и в бухту Дельфин на о. Шикотан [11]. В первом случае водоросли погибли довольно быстро, т. к. не было учтено сильное опреснение озера и отсутствие связи с морем в зимний период. Что касается о. Шикотан, то здесь еще в 1989 г. мы наблюдали отдельные скопления анфельции общей площадью не более 50 м², высотой пласта не более 5 см. При проведении нами последующих работ (2000–2006 гг.) анфельция в б. Дельфин не обнаружена. Вероятнее всего, при формировании

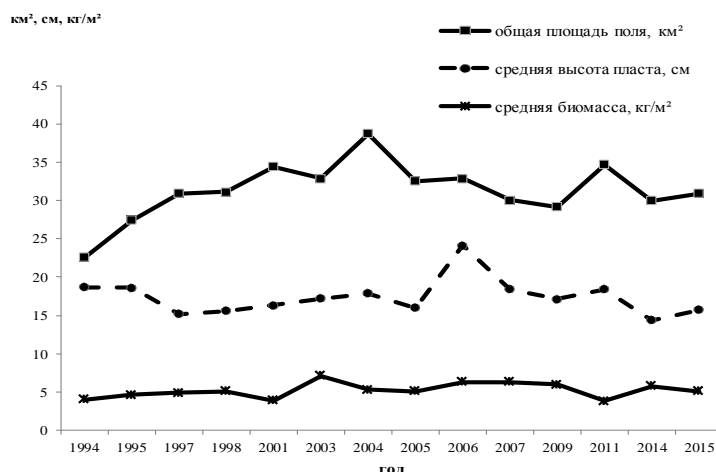


Рис. 1. Динамика основных параметров пласта анфельции в заливе Измены

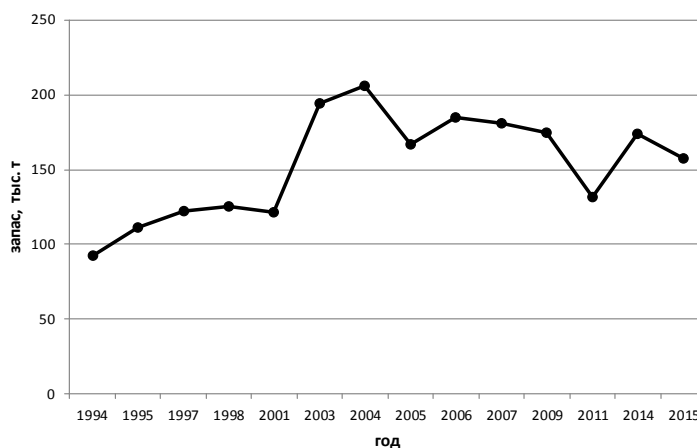


Рис. 2. Динамика общего запаса анфельции в зал. Измены (о. Кунашир) в период 1994–2015 гг.

поля не были учтены гидрологические и гидрохимические условия, необходимые для функционирования пласта. В частности, то, что для формирования поля необходимо наличие антициклонических циркуляций, что было выяснено позднее [2].

Таким образом, общая биомасса анфельции тобучинской в Сахалино-Курильском регионе ориентировочно составляет 183,9 тыс. т. При этом промысловый запас (в зал. Измены) – около 89 тыс. т. На основании состояния ресурсов анфельции в лагуне Буссе проводить промысел настоятельно не рекомендуется. Изъятие анфельции рекомендуется в зал. Измены, где уровень ресурсов позволяет проводить как активный промысел на поле, так и сбор объемных береговых выбросов и предштормовых скоплений на мелководье.

В настоящее время разработаны способы рациональной эксплуатации естественных полей [2; 8], которые мы предлагаем применять при добыче анфельции в зал. Измены с учетом истории промысла и характеристик пласта.

Промысел анфельции рекомендуется начинать на краевых участках и в предвыбросных скоплениях. Водоросли с живого пласта можно добывать только в III квартале. Для промысла анфельции рекомендуется применять модифицированную драгу-волокушу. Ее конструкция устроена таким образом, чтобы держать нижнюю подбору волокуши на расстоянии 5–7 см от грунта. Данное орудие лова рекомендовано для изъятия анфельции на территории Сахалинской области с 2006 г. До начала добычи необходимо проведение водолазного обследования поля с целью определения объема предвыбросных скоплений и расположения участков безвозвратного сноса, т.е. оторвавшихся от основного пласта. В прибрежной зоне (предвыбросные скопления) и местах безвозвратного сноса анфельцию можно добывать полностью. Для нормального функционирования сообщества анфельции необходимо регулярно очищать берега от накопившихся береговых выбросов.

Литература

1. Макиенко В. Ф. Об истории изучения *Ahnfeltia plicata* (Huds.) Fries. Виды анфельции у дальневосточных берегов СССР // Биология анфельции. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. – С. 5–14.
2. Новожилов А. В. Влияние гидродинамических условий на структуру и продуктивность природных полей анфельции тобучинской: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1989. – 25 с.
3. Сарочан В.Ф. Изучение анфельции в лагуне Буссе с помощью водолазной техники // Морские подводные исследования. – М.: Наука, 1969. – С. 120–126.
4. Огородников В.С., Сергеенко В.А. История промысла и состояние запасов анфельции лагуны Буссе // Рыбное хозяйство. – 2001. – № 1. – С. 34–35.
5. Задкова И.И., Малюшко Л.Д., Сарочан В.Ф. Геохимия лагуны Буссе на Сахалине. – Новосибирск, 1975. – 90 с.
6. Балконская Л.А., Чумаков А.А. Современное состояние поле *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsub.) Makijenko и запасы ее фитомассы в лагуне Буссе (остров Сахалин) // Растительные ресурсы. – 2002. – Т. 38, вып. 1. – С. 34–43.
7. Евсеева Н.В., Репникова А.Р. Ресурсы промысловых водорослей Сахалино-Курильского региона // Рыбпром. – 2010. – № 3. – С. 14–21.
8. Титлянов Э. А., Новожилов А.В., Чербаджи И.И. Анфельция тобучинская. – М.: Наука, 1993. – 222 с.
9. Титлянов Е.А., Чербаджи И.И., Чепмен Д.Дж. Обзор биологии, продуктивности и экономического потенциала агарсодержащей красной водоросли, *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsubara) Makijenko в морях Дальнего востока России // Альгология. – 1999. – Т. 9, № 4. – С. 83–118.
10. Балконская Л.А., Евсеева Н.В. Состояние ресурсов анфельции тобучинской в Сахалинской области // Ботанические исследования в азиатской России: Материалы XI съезда Рус. ботан. общ-ва (18–22 августа 2003 г., Новосибирск-Барнаул). – 2003. – Т. 1. – С. 78–79.
11. Сарочан В.Ф. Сырьевые запасы морских водорослей и перспективы дальнейшего развития промысла водорослей и трав в морях Дальнего Востока // Тр. всесоюзного совещания работников водорослевой промышленности СССР. – Архангельск книжное изд-во, 1962. – Т. 1. – С. 32–44.

УДК 582.272.46(265.54)

В.Н. Кулепанов, А.А. Ерышев

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),
Владивосток, 690091
e-mail: kulepanov@tinro.ru*

СОСТОЯНИЕ ЗАРОСЛЕЙ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *SACCHARINA JAPONICA* В ПРИБРЕЖЬЕ ПРИМОРЬЯ

Дано описание современного состояния зарослей бурой водоросли *Saccharina japonica* в прибрежье Приморья: от мыса Поворотного до мыса Гиляк. Показано, что заросли растений подвержены межгодовой динамике, однако основные промысловые районы за последние годы существенно не изменились.

Ключевые слова: бурые водоросли, ламинариевые, сахарина.

V.N. Kulepanov, A.A. Eryshev

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),
Vladivostok, 690091
e-mail: kulepanov@tinro.ru*

STATE OF BROWN SEAWEED FIELDS *SACCHARINA JAPONICA* ON THE COAST OF PRIMORYE

The description of modern condition of brown seaweed fields *Saccharina japonica* on the coast of Primorye from cape Povorotniy up to cape Giljak is given. It is shown that plant fields are subject to dynamics however the basic trade areas for last years essentially have not changed.

Key words: brown algae, Laminariaceae, *Saccharina japonica*.

Макрофитобентос формирует в прибрежье особый тип местообитания, аналогичный наземным экосистемам, где преобладает растительность: лугу или лесу. При этом многократно увеличивается количество экологических ниш, которые заселяются новыми видами. Важное значение имеют виды, которые являются доминантами фитоценоза. В прибрежье Приморья видом эдификатором является бурая водоросль сахарина японская *Saccharina japonica* (старое название ламинария японская или морская капуста). Сахарина японская традиционный объект промысла. Добыча этой водоросли в Приморье ведется более 150 лет. Продолжительность жизненного цикла водорослей два года, промысловыми являются растения второго года вегетации. Многолетние исследования зарослей сахарины показали, что наблюдается межгодовая динамика ее запасов, связанная с воздействием комплекса факторов абиотического и биотического характера. [1, 2].

Существует межгодовая динамика зарослей, что хорошо видно по показателям частоты встречаемости водорослей на станциях (рис. 1) и проективному покрытию (рис. 2). Низкая частота встречаемости сахарины первого года вегетации на станциях была в 2012 и в 2014 гг. и высокие значения были в 2013 и в 2015 гг. Обратная картина наблюдалась в зарослях, состоящих из водорослей второго года вегетации. Это связано с тем, что в прибрежье происходит чередование зарослей разного возраста [3].

Значения проективного покрытия дна водорослями также изменялись в зависимости от года и района расположения зарослей. Величина среднего проективного покрытия по районам варьировала более чем в два раза. Проективное покрытие не коррелировало с показателем частоты встречаемости на станциях.

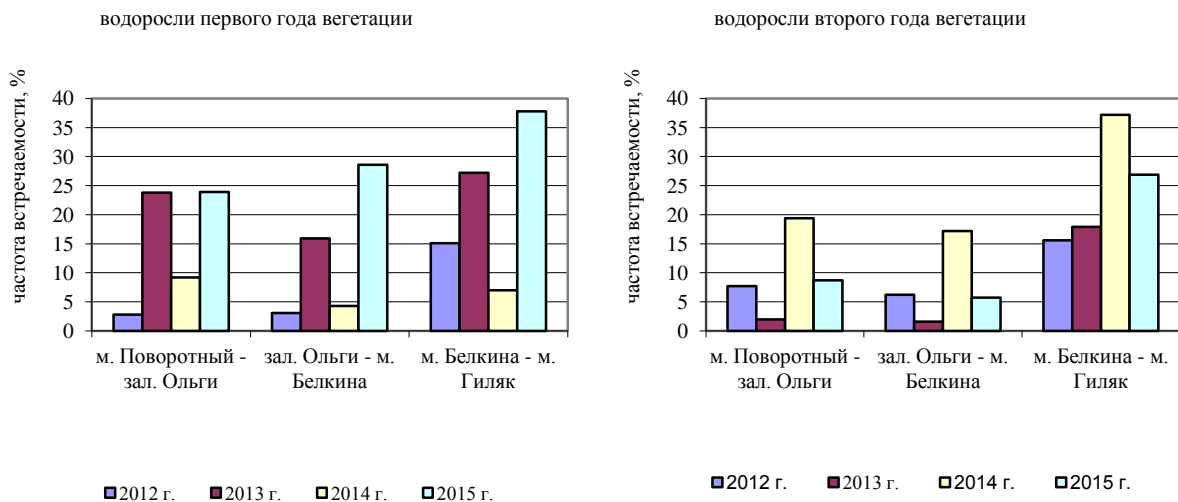


Рис. 1. Изменение частоты встречаемости сахарины на станциях в прибрежье Приморья в 2012–2015 гг.

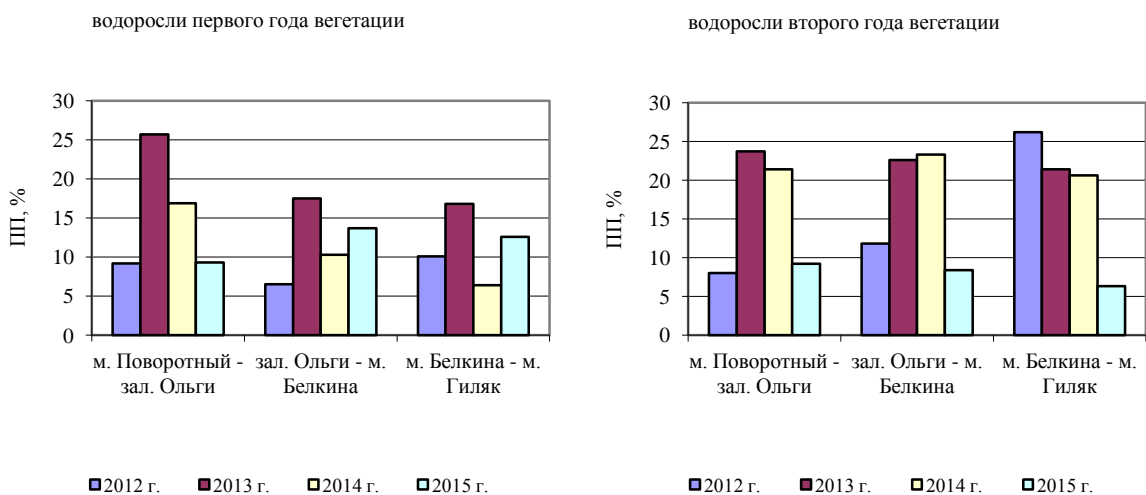


Рис. 2. Изменение средних значений проективного покрытия зарослей сахарины в прибрежье Приморья в 2012–2015 гг.

Сахарина японская встречается вдоль всего побережья Приморья, где есть каменистые грунты, однако плотность поселений ее различна. М.В. Суховеева и Е.В. Ревенко [4] проанализировав многолетний материал по распределению и состоянию зарослей сахарины японской в прибрежье Приморья, выделили пять районов, где поселения сахарины формируют устойчивые промысловые заросли (рис. 3, А). Эти районы отличаются между собой по протяженности и степени изрезанности берега. Однако, можно заметить, что они приурочены к стоку крупных рек: Киевке, Аввакумовке, Зеркальной, Светлой, Кабаньей. Так же в этих районах расположены обширные площади каменистых грунтов, благоприятные для формирования зарослей растительности.

Исследования, проведенные в последние годы, показали, что распределение промысловых зарослей сахарины в прибрежье Приморья существенно не изменились. На карте (рис. 3, Б) показаны станции, где за период исследований с 2006 по 2014 гг. заросли сахарины японской превышали проективное покрытие 30%. Хорошо заметно, что расположение этих зарослей совпадает с районами устойчивых зарослей, описанных ранее.



Рис. 3. А – Районы с относительно стабильными зарослями сахарины в прибрежье Приморья, выделенные по данным 1957–2001 гг. Б. – участки прибрежья, где расположены заросли сахарины с проективным покрытием более 30 % (данные 2006–2014 гг.)

Предполагается, что в прибрежье Приморья имеет место фитоциклическая флуктуация, обусловленная жизненным циклом бурой водоросли сахарины японской, как одного из доминирующих видов, формирующих большую часть фитомассы в сублиторальной зоне. Подобные флуктуации характерны и для наземной растительности [5]. Наиболее резко межгодовая изменчивость выражена в травянистых луговых сообществах [6]. Многолетняя цикличность природных процессов в значительной степени считается общепризнанной концепцией, однако причины и механизмы этой цикличности еще далеко не изучены [7].

В заключение можно утверждать, что существует межгодовая динамика показателей зарослей бурой водоросли сахарины японской, однако расположение промысловых участков этого вида в прибрежье остается стабильным.

Литература

1. Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов дальневосточных морей России и северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 231 с.
2. Дзизюров В.Д., Гусарова И.С., Кулепанов В.Н., Иванова Н.В., Демина Т.В. Макрофитобентос Приморья // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Проект моря. – 2004.– Т. VIII, вып. 2. – С. 166–175.
3. Кулепанов В.Н., Ревенко Е.В. Динамика запасов и промысловых характеристик зарослей *Saccharina japonica* (Phaeophyceae, Laminariales) в прибрежье Приморья // Труды СахНИРО. 2013. – Т. 14. – С. 281–289.
4. Суховеева М.В., Ревенко Е.В. К методике изучения *Laminaria japonica* Aresch. в Приморье (Японское море) // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Тез. докл. 1-й Междунар. конф. – М.: ВНИРО, 2002. – С. 39.
5. Работнов Т.А. Луговедение. – М.: Изд-во МГУ. 1984. – 319 с.
6. Самойлов Ю.И. Некоторые данные по разногодичной изменчивости пойменных лугов р. Мсты // Ботан. журн. – 1966. – Т. 51, № 7. – С. 972–982.
7. Максимов А.А. Природные циклы: Причины повторяемости экологических процессов. – Л.: Наука, 1989. – 236 с.

УДК 639.2.081.117.31

В.В. Макаров

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236000
e-mail: vyacheslav.makarov@klgtu.ru*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ВЫВОДА БЕЗРАЗМЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ СЕТНОЙ СТЕНКИ КОШЕЛЬКОВОГО НЕВОДА

Лов с использованием кошельковых неводов (далее КН) стоит на втором месте в мировом улове, в некоторых странах улов КН составляет до 30% от общего улова. В России дела обстоят несколько хуже, из-за сокращения финансирования добывающего флота, а также из-за сокращения запасов добываемых кошельковым неводом рыб, были потеряны навыки работы с КН. Возобновление запасов сардины-иваси на Дальнем Востоке может послужить хорошей службой для возобновления кошелькового лова. Несмотря на высокие уловы, до сих пор до конца не изучена механика погружения КН, скорость погружения и снос стенки КН при условии бокового течения. Данная работа основана на физическом моделировании погружения КН при условии бокового течения и описывает параметры, влияющие на погружение и отклонение стенки невода от оси ОУ.

Ключевые слова: кошельковый невод, мировой улов, физическое моделирование.

V.V. Makarov

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236000
e-mail: vyacheslav.makarov@klgtu.ru*

TASKING FOR ESTABLISHING DIMENSIONLESS CHARACTERISTICS IN THE CASE OF SUBMERGED NETTING WALL OF PURSE SEINE

Purse seine fishing is in the second place in the global catch. In some countries the purse seine catch is up to 30% of the total catch. In Russia the situation is rather worse; dealing with purse seine fishing deteriorates as a result of fishing fleet funding cuts as well as the reduction of fish stocks harvested with purse seine. Renewal of sardine stocks in the Far East can provide a good opportunity for the resumption of purse seining. Despite the high catch the mechanics of immersing purse seine, submersion rate and the demolition of the purse seine wall in lateral flow have not been understood yet. This work is based on physical modeling of immersing purse seine in lateral flow and it describes the parameters affecting to submersion and deviation of wall seine from OY axis.

Key words: purse seine, global catch, physical modeling.

На данный момент в отечественном рыболовстве потеряны навыки работы с кошельковыми неводами, это обусловлено сокращением финансирования рыбодобывающего флота в 90-е годы, а также сокращением запасов добываемых кошельковым неводом рыб. Поэтому на данный момент стоит возрождение практически полностью утраченных промысловых традиций работы с кошельковыми неводами. Одним из главных вопросов в изучении работы кошелькового невода стоит вопрос скорости погружения невода, и смещение стенки невода на течении. На данный момент нет одного единственного мнения по данным вопросам. Данная работа основана на физическом моделировании погружения кошелькового невода при условии бокового течения.

На основе проведенных экспериментальных работ [1], была разработана теория смещения стенки кошелькового невода при условии бокового течения.

На нижеприведенных рис. 1 и 2 рассмотрим схему погружения стенки кошелькового невода и силы, действующие на стенку невода при погружении:

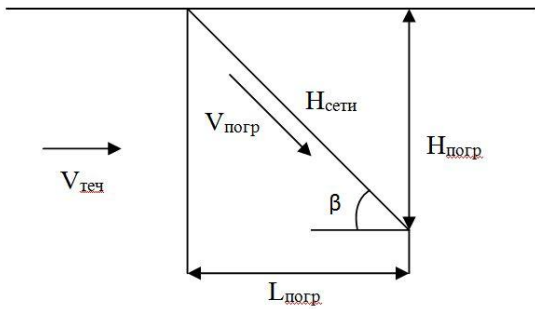


Рис. 1. Схема погружения стенки кошелькового невода:

$L_{погр}$ – расстояние погружения сети [м],
 $H_{сети}$ – длина кошелькового невода (перемещенная) [м],
 $H_{погр}$ – высота погружения кошелькового невода [м],
 β – угол между стенкой невода и потоком [град]

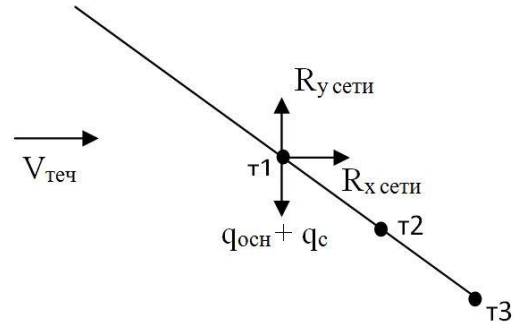


Рис. 2. Силы, действующие на стенку кошелькового невода при погружении:

$R_{хсети}$ – сопротивление сети (Н),
 $R_{усети}$ – распорная сила сети (Н),
 τ_1, τ_2, τ_3 – момент погружения нижней подборы

При погружении невода можно выделить ряд параметров влияющих на погружение и отклонение стенки невода от оси ОУ:

$$\begin{cases} \lambda = f(F_0, a_1, a_2, a_3, \tau, \upsilon, \chi, \psi) \\ w = f(F_0, a_1, a_2, a_3, \tau, \upsilon, \chi, \psi) \end{cases} \quad (1)$$

Все величины можно разбить на постоянные и переменные (в процессе погружения принимаем, что значение сплошности сети невода постоянное).

К постоянным параметрам отнесем:

1) Сплошность F_0 :

$$F_0 = F_{0ср.в} = \frac{d_{ср.в.}}{a_{ср.в.}} \frac{1}{U_{хср.в.} U_{уср.в.}}, \quad (2)$$

где $F_{0ср.в.}$ – средневзвешанное значение сплошности,
 $d_{ср.в.}$ – средневзвешанное значение диаметра нитки [м],
 $a_{ср.в.}$ – средневзвешанное значение шага ячеей [м],
 $U_{хср.в.}$ – средневзвешанное значение горизонтального посадочного коэффициента,
 $U_{уср.в.}$ – средневзвешанное значение вертикального посадочного коэффициента.
 2) a_1 – коэффициент, характеризующий отношение:

$$a_1 = \frac{q_c}{q_{осн}}, \quad (3)$$

где q_c – вес сети в воде [Н],
 $q_{осн}$ – вес оснастки в воде нижней подборы [Н].
 3) a_2 – коэффициент, характеризующий отношение:

$$a_2 = \frac{Q_{осн}}{q_c + q_{осн}}, \quad (4)$$

где $Q_{осн}$ – сила плавучести верхней подборы [Н]

4) a_3 – коэффициент, характеризующий отношение:

$$a_3 = \frac{H_{noc}}{H_{жгут}}, \quad (5)$$

где H_{noc} – высота невода в посадке [м],

$H_{жгут}$ – высота невода в жгуте [м].

Переменные величины:

5) τ – относительное время погружения невода

$$\tau = \frac{t_{ногр}}{t_{max}}, \quad (6)$$

где $t_{ногр}$ – время погружения стенки невода каждую секунду [с],

t_{max} – время погружения стенки невода [с].

6) v – относительная скорость

$$v = \frac{V_{теч}}{V_{ногр}}, \quad (7)$$

где $V_{теч}$ – скорость течения [м/с]

$V_{ногр}$ – скорость погружения невода по оси ОУ [м/с]

7) λ – относительная глубина погружения КН

$$\lambda = \frac{H_{ногр}}{H_{сети}}, \quad (8)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \cos = \frac{L_{ногр}}{H_{сети}} \\ \cos = v \\ \operatorname{tg} = \frac{H_{ногр}}{L_{ногр}} \end{array} \right. \quad (9)$$

8) φ – безразмерный вес оснастки нижней подборы [2]

$$\varphi = \frac{q_{осн}}{R_{хсети}} \quad (10)$$

9) ζ – безразмерный вес в воде сети

$$\zeta = \frac{q_c}{R_{хсети}} \quad (11)$$

10) ξ – безразмерная распорная сила сети

$$\zeta = \frac{R_{усети}}{R_{хсети}} . \quad (12)$$

11) ψ – безразмерная сила плавучести оснастки верхней подборы сети

$$\psi = \frac{Q_{осн}}{R_{хсети}} . \quad (13)$$

12) χ – безразмерная вертикальная составляющая результирующей силы сети (условие – верхняя подбора сети находится на поверхности воды)

$$\chi = \varphi + \zeta - \xi . \quad (14)$$

13) w – относительное расстояние по оси ОХ КН

$$w = \frac{L_{носп}}{H_{сети}} . \quad (15)$$

Если верхняя подбора у поверхности воды то ψ – можно пренебречь, $\psi = 0$, тогда

$$\begin{cases} \lambda = f(F_0, a_1, a_2, a_3, \tau, \nu, \chi) \\ w = f(F_0, a_1, a_2, a_3, \tau, \nu, \chi) \end{cases} . \quad (16)$$

Формулы (8) с учетом (7) и (14) представим в следующем виде

$$\begin{cases} \operatorname{tg}\beta = \frac{\lambda}{w} . \\ \cos\beta = \nu \end{cases} . \quad (17)$$

Параметры ν и χ связаны между собой.

Дальнейшая работа будет включать в себя апробацию данной теории с учетом проведенных экспериментов с КН и вывод зависимостей (16).

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ №15-08-00464-а «Математическое, физическое и имитационное моделирование сетных орудий рыболовства и аквакультуры».

Литература

1. Недоступ А.А. Экспериментальные исследования процесса погружения нижней подборы моделей кошелькового невода в гидроканале ОАО «МАРИНПО» / А.А. Недоступ, В.В. Макаров // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2015. – № 3. – С.78 – 85.
2. Недоступ А.А. Методы расчета сетных пассивных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Моногр. / А.А. Недоступ. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 280 с.

УДК 639.371.12(571.6)

В.Г. Марковцев

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),
Владивосток, 690091
e-mail: markovtsev@tinro.ru*

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЛОСОСЕВОДСТВА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

На основе фактических данных рассматривается деятельность государственных лососевых рыбопродуктивных заводов Дальнего Востока в новых условиях их финансирования. Показано, что разведение на государственных заводах очень высокзатратное и уместно только в случае восстановления запасов лососей на реках, где нарушено естественное воспроизводство. Привлечение частного капитала для воспроизводства лососей очень успешно на Сахалине и в Приморье. Вместе с тем расширение сети частных предприятий сдерживается отсутствием нормативно-правовой базы получения частными заводами рыболовных участков.

Ключевые слова: лосось, завод, воспроизводство, коэффициент возврата.

V.G. Markovtsev

CONDITION AND PROSPECTS OF SALMON BREEDING IN THE FAR EAST IN MODERN ECONOMICAL CONDITIONS

*Pacific Scientific Research Fisheries Centre (TINRO-Center)
Vladivostok, 690091,
email: markovtsev@tinro.ru*

The evidence-based review of the activities of government salmon hatcheries in the Far East under the financing modern conditions is given. It is shown that the cost of fish breeding in government owned hatcheries is highly expansive and relevant in the case of recovery of salmon stocks in the rivers where natural reproduction is disturbed. Mobilizing private capital for salmon breeding is very successful in Sakhalin and Primorye. However, expansion of private enterprises is hampered by the lack of legal base for private owned hatcheries to obtain fish breeding areas.

Keywords: salmon, hatchery, breeding, reproduction, rate of return.

В настоящее время на Дальнем Востоке России действуют 60 лососевых заводов, в том числе 30 завода федеральной собственности (включая 5 заводов, переданных в аренду) и 30 в частной собственности. Общий выпуск молоди в 2014 г. составил около 1 млрд шт. молоди 5 видов лососей [1]. В связи с общим снижением финансирования рыбохозяйственного комплекса в стране, в том числе научных исследований и рыболовной деятельности государственных заводов системы Рыбводов. Следовательно, стоит проблема их дальнейшего функционирования. При этом на многих заводах Дальнего Востока по этой причине снижаются плановые закладки икры. В результате на большинстве государственных лососевых заводах образуется избыток производственных площадей.

Государственные лососевые заводы были построены много лет назад по технологии с использованием аппаратов дальневосточного типа. Это значит, что в основном на них практически отсутствует система специальной водоподготовки, так как на завод поступает природная вода или самотеком, или через насосные станции. Если для заводов по культивированию горбуши это приемлемо, то для других видов лососей это не подходит.

Использование природных источников воды, как правило, с низкой зимней температурой воды значительно сужает круг потенциальных объектов искусственного воспроизводства на таких лососевых заводах. Например, кета требует для воспроизводства технологической воды с температурой в районе +4°C. Свои температурные условия требуют все виды с длительным пресноводным периодом жизни. В таких случаях на заводах используется система подогрева воды.

В результате стоимость выпускаемой молоди кеты, симы, кижуча, нерки и чавычи возрастает значительно. В силу этого возрастают и затраты на выпуск единицы продукции (стоимость 1 малька), а следовательно и единицы возврата производителей.

Это наглядно видно из данных по стоимости возврата производителей на камчатские лососевые заводы (табл. 1).

Таблица 1

Общие затраты на 1 кг рыбы возврата по заводам и видам [2]

Вид рыбы	ЛРЗ «Озерки»	ЛРЗ «Кеткино»	ЛРЗ Малкинский	ЛРЗ Паратунский	ЛРЗ Виллойский
Кета	1461 руб.	1962 руб.	–	148 руб.	–
Нерка	657 руб.	–	366 руб.*	–	–
Чавыча	–	–	4500 руб.	–	–
Кижуч	–	–	–	2200 руб.	5500 руб.

* низкая цена 1 кг производителя нерки обусловлена высоким коэффициентом возврата.

Как видно из данных таблицы, затраты на получение заводской рыбы очень высоки и нести их под силу только государству, если ставится задача сохранения биоразнообразия. Вполне очевидно, что в сложившихся современных экономических условиях обеспечение финансами таких заводов в полном объеме не реально. В результате из-за снижения планов закладки икры по госзаданию возникает проблема избытка производственных мощностей. Так и произошло в 2016 г на заводах Камчатки, что привело к тому, что заводы обратились с просьбой дать рекомендации по заполнению мощностей другими видами лососей. Анализ температурного режима данных заводов показал, что это практически не возможно или просто увеличивает затраты заводов на подогрев воды. Использование сахалинского опыта, когда центр тяжести в лососеводстве переносится на негосударственные заводы, на Камчатке, не имеет перспективы при такой экономики искусственного воспроизводства.

Подход к увеличению ресурсов камчатских лососей через развитие лососеводства не выглядит однозначным. По мнению некоторых камчатских специалистов [3], для Камчатки путь строительства новых лососевых заводов не актуален. Камчатские реки характеризуются высоким видовым и экотопическим разнообразием, в том числе и в промышленном масштабе. Лососеводство на полуострове следует ограничить реками, популяции лососей в которых либо отсутствуют, либо сильно подорваны, либо малозначимы с точки зрения промышленной эксплуатации и не представляют интереса для сохранения генофонда лососей.

Сахалинские рыболовные заводы культивируют в основном горбушу и кету. Государственные заводы, по сравнению с выпуском молоди горбуши в 2003 г в объеме 65 млн шт., в 2012 г стали выпускать меньше молоди этого вида – 36 млн шт. Напротив, частные заводы региона в эти же годы увеличили выпуск молоди горбуши с 116, 3 млн шт. до 170 млн шт. [1].

Однако, по мнению специалистов СахНИРО, нет прямой связи между количеством выпускаемой молоди горбуши с заводов и возвратом производителей [4]. Анализ выпуска молоди горбуши курильскими заводами и ее вылов в Курильском заливе с 1949 г по 2006 г также не выявил, какой либо зависимости между этими двумя показателями [5]. При разведении горбуши на северо-восточном побережье Хоккайдо также выявлено, что увеличение ее численности связано не с заводским воспроизводством, а с нерестом рыб в естественных условиях [6]. Следует отметить, что и для Аляски [7] отмечено отсутствие прямой связи между выпуском молоди горбуши с заводов и возвратом производителей. Очевидно то, что заводская горбуша как и дикая сохраняет цикличность четных и не четных лет (рис. 1).

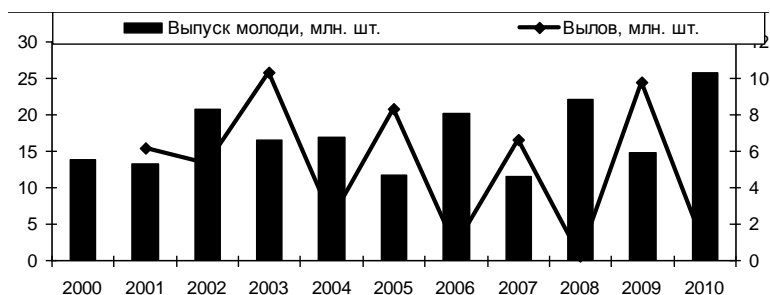


Рис. 1. Выпуск молоди горбуши заводами Аляски и возврат производителей

Окончательную точку зрения в данной дискуссии о значимости заводского разведения горбуши на заводах Сахалина можно поставить только на основе непосредственных результатов изучения соотношения в возвратах рыб дикого и заводского происхождения [4]. Следовательно, относительно расширения масштабов разведения горбуши на заводах Сахалинской области нужно исходить из конкретной ситуации на каждом из заводов. Может быть следует высвобождающие мощности заводов занимать закладкой икры кеты, если есть возможность обеспечения процесса приемлемым температурным режимом. Даже использование холодноводного горбушного завода для закладки икры кеты дает возврат на уровне 1%, что рентабельно. Относительно культивирования кеты на государственных заводах Сахалинской области есть положительный опыт передачи их в аренду частному инвестору. Четыре федеральных ЛРЗ, переданные в аренду, обеспечивают 53,4% всей выпускаемой молоди кеты в области [4] и совместно с частными лососевыми заводами увеличивает подходы кеты. Все это благоприятно отразилось на уловах кеты. Ее вылов за последние 11 лет вырос более чем в 4 раза (до 20 тыс.т), в то время как выпуск заводской молоди увеличился за эти годы всего в 2 раза [8].

В бассейне р. Амур ситуация с государственными лососевыми заводами неоднозначная. В последние годы вылов кеты в бассейне реки растет. Увеличивается и количество молоди, выпускаемых с кетовых заводов (табл. 2).

Таблица 2

Выпуск молоди лососей заводами Хабаровского края, в тыс. шт. [9]

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Кета	28179	36216	25408	67923	820	94190	116409	103415	105541	119200
Сима	0	0	0	276	1972	0	0	0	0	0,066
Итого	28179	36216	25408	68199	83972	94190	116409	103415	105541	119066

Вместе с тем, работа лососевых заводов в бассейне р. Амур характеризуется очень низкими коэффициента возврата. Это не позволяет говорить о роли заводов, которые и обеспечивают увеличение численности кеты в р. Амур. В бассейне данной реки в настоящее время складываются благоприятные условия для естественного воспроизводства кеты, но это отдельный разговор за рамками данного сообщения. Как рекомендация, в крае есть опыт использования производственных площадей лососевых заводов для целей выращивания молоди осетровых [10]. Однако это требует дополнительных научных исследований и экспериментальных работ.

В Магаданской области в настоящее время действуют только три ЛРЗ. Их мощности по выпуску молоди лососей по годам очень нестабильны. Это связано с тем, что закладка икры горбуши по годам отличается значительно (колебания от 685 тыс. шт. до 24528 тыс. шт.). Несомненно, это обусловлено чередованием урожайных и неурожайных лет в численности данного вида.

По мнению специалистов МагаданНИРО [11] искусственное воспроизводство, осуществляемое на заводах Магаданской области, несмотря на свою 30-летнюю историю и накопленный опыт, можно рассматривать только как поддерживающее естественное воспроизводство, что определяет статус рыбоводных предприятий как заводы экологической направленности. И они в силу этого требуют проведение реконструкции на основе современной биотехнологии лососеводства.

Для решения проблемы недостатка инкубационного материала на федеральных ЛРЗ и увеличения численности заводских лососей необходимо более широко применять биотехнику формиро-

вания популяций на малых водоемах северо-охотоморского побережья. Разработанная биотехника позволяет не только увеличить природную рыбопродуктивность водоемов, но и является также одной из основных предпосылок возникновения в Магаданской области частного рыбоводства, способного на создание сети новых искусственных популяций на малых реках побережья.

В Приморском крае в настоящее время действуют два государственных и два частных ЛРЗ. Сразу следует указать, что за 30 лет своего функционирования два государственных завода не обеспечили организацию промышленного лова кеты на базовых реках заводов. Их роль в итоге свелась к тому, что на р. Рязановка была создана самостоятельная группировка кеты, а на р. Барабашевка произошло замещение дикой популяции кеты на заводскую. Иными словами заводы фактически выполняют природоохранную роль за финансы Росрыболовства. Два частных лососевых завода в сезон 2015 года произвели закладку икры кеты несколько выше, чем их проектная мощность (26,7 млн шт. при мощности 20 млн шт.). Ожидаемый возврат на данные заводы в 2018 г может составить порядка 500 т. кеты.

В условиях снижения госзадания на данных государственных заводах, а значит снижения государственного финансирования, появляются излишние производственные мощности. Предложения заводов на закладку на них дополнительной икры кеты для пастбищного рыбоводства и тем самым производить финансирование деятельности за счет компенсационных мероприятий с экологической точки зрения не целесообразно. Экологическая емкость вод Амурского залива, куда выпускается молодь кеты, позволяет оптимально нагуливаться не более 10–12 млн шт. молоди кеты [12]. В силу этого не имеет биологического смысла наращивать объемы выпускаемой молоди кеты в залив, так как снижение коэффициентов возврата от большого выпуска сведет на нет экономический эффект от данной работы. На данных заводах уже отработана биотехника товарного культивирования форели. По нашему мнению именно на данное направление использования излишних производственных площадей и можно направить усилия двух заводов.

Таким образом, в современных экономических условиях проблема развития и даже сохранения лососеводства на государственных лососевых заводах на должном уровне выглядит проблематичной, особенно в таких регионах как Камчатка и Магаданская область. Нужны проработанные научные предложения по данной проблеме.

Относительно развития частного лососеводства. Накопленный опыт Сахалина красноречиво говорит о том, что за ним будущее. В Приморье без развития данной отрасли рыбного хозяйства нельзя получить увеличение запасов и вылова лососей в реках края. Однако несовершенство существующего российского законодательства может существенно снизить количество заводов или даже вообще привести к закрытию уже существующих частных заводов. Причина в том, что выделение рыбоводных участков через аукционы практически приведет к неучастию владельцев частных заводов в аукционах из-за их ограниченных финансовых возможностей. Кроме того такой порядок выделения рыбоводных участков оттолкнет частных инвесторов от участия в строительстве новых заводов. Хочется надеяться, что в ближайшее время возобладает инициатива Минвостокразвития по отмене торгов при выделении рыбоводного участка после выполнения ряда практических шагов, а именно разработки рыбоводно-биологического обоснования (13). Проблем назрела и ее необходимо решать в ближайшее время.

Литература

1. Леман В.Н., Смирнов Б.П., Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Труды ВНИРО. Т. 153. – 2015. – С. 105–119.
2. Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососевые рыбоводные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. – 299 с.
3. Шевляков Е.А., Коваль О.О. Перспективы создания лососевых рыбохозяйственных зон на Камчатке // Лососевые рыбохозяйственные заповедные зоны на Дальнем Востоке России. – М.: Изд-во ВНИРО, 2010. – С. 69–77.
4. Каев А.М., Игнатьев Ю.И. Развитие заводского разведения лососей в Сахалино-Курильском регионе и его значение для промысла // Труды ВНИРО. Т. 153. – 2015. – С. 95–104.
5. Животовский Л.А., Федорова Л.К., Смирнов Б.П., Чупахин В.М. Статистические проблемы анализа данных «скат-возврат» при оценке работы лососевых рыбоводных заводов (на примере

Курильского ЛРЗ, о. Итуруп) // Бюллетень № 4 Реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – Владивосток, 2009. – С. 140–147.

6. *Morita K, Morita Sh., Fukuwaka M.* Population Dynamics of Japanese Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbucha*) : Are Recent Increases Explained by Hatchery Programs or Climatic Variations // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* – V. 63, № 1. – 2006. – P. 55–62

7. *Марковцев В.Г., Акулин В.Н.* Анализ состояния и перспективы развития лососеводства на Дальнем Востоке России // Бюллетень № 9 Изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток, ТИНРО, 2014. – С. 111–120.

8. *Игнатьев Ю. И., Стекольников М.Ю., Брагина И.Ю., Акиничева Е.Г.* Современное направление исследований искусственного воспроизводства лососей в Сахалино-Курильском регионе // Доклады отчетной сессии Ассоциации «НТО ТИНРО» [Электронный ресурс]. – Хабаровск, 2014. – 1 электрон. диск (CD-ROM). – Заглавие с этикетки диска.

9. *Марковцев В.Г.* Современное состояние и перспективы разведения лососей на Дальнем Востоке // Бюллетень № 6 Изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток, ТИНРО, 2011. – С. 170–183

10. *Иванов С.А., Кошелев В.Н., Галаган В.Н.* Подращивание молоди амурского осетра на Анюйском лососевом рыбноводном заводе // Сб.: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Материалы докл. III междунар. науч.- практ. конф. – Астрахань, 2004. – С. 121–122.

11. *Сафроненков Б.П.* Состояние лососеводства в Магаданской области. Итоги 30-летней деятельности // Доклады отчетной сессии Ассоциации «НТО ТИНРО» [Электронный ресурс]. – Хабаровск, 2014. – 1 электрон. диск (CD-ROM). – Заглавие с этикетки диска.

12. *Горяинов А.А., Н.И. Крупяно, А.В. Лысенко, Т.А. Шатилина* Состояние запасов горбуши и кеты в Приморском крае Чтения памяти В.Я. Леванидов [Электронный ресурс]. – Владивосток, 2014. – С. 181–190. – URL: biosol.ru/levanidov/arts14/22goryainov.pdf

13. *Горяинов А.А., Н.И. Крупяно, А.В. Лысенко, Т.А. Шатилина* Состояние запасов горбуши и кеты в Приморском крае. Чтения памяти В.Я. Леванидова. – Владивосток, 2014. – В печати.

14. *Крючкова М.* Минвостокразвития подготовило инициативы для аквакультуры. Дайджест FISHNEWS. – № 12(66), декабрь 2016 г. – С. 1–2.

УДК 621.313.333

А.А. Марченко, С.Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Marchenko29@mail.ru*

ИСПЫТАНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОД НАГРУЗКОЙ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В материалах представлено теоретическое обоснование необходимости применения метода искусственного нагружения асинхронного электродвигателя. Авторами были разработаны компьютерные модели, адекватность которых была проверена в номинальном режиме путем сравнения параметров модели и номинальных параметров электродвигателя, представленных в паспортных данных. Для более детального изучения данного процесса была смонтирована схема устройства, которая позволила учитывать отдаваемую в сеть энергию. Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о возможности получения номинального тока электродвигателя без участия механической нагрузки при циклическом переводе машины в кратковременный генераторный режим.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, мощность, номинальный ток, рекуперативное торможение, момент, коммутация, частота напряжения.

A.A. Marchenko, S.U. Trudnev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: Marchenko29@mail.ru*

OPERATIONAL TESTING OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS UNDER LOADING

The paper presents theoretical justification for the need to use the method of artificial loading of the asynchronous electric motor. The authors have developed computer models. Their adequacy has been checked under nominal conditions by the comparison of model parameters and electric motor ratings. For more detailed study of this process the scheme of the device allowing to consider the energy given up to the mains has been mounted. The results of the experiments demonstrate the possibility to receive rated current of the electric motor without mechanical loading when cyclic setting the machine to the short-term generating mode.

Key words: asynchronous engine, power, rated current, regenerative braking, torque, switching, frequency..

Испытания электрических машин после ремонта являются неотъемлемой частью процесса диагностирования технического состояния электрооборудования. Различные методы проверки технического состояния электрических машин предполагают многообразие оборудования.

В настоящее время на крупных судоремонтных предприятиях используются специальные станции для испытаний электрических машин. Эти многофункциональные устройства не получили распространения в судоремонтных цехах небольших предприятий из-за высокой стоимости. В таких цехах чаще всего используют стенды с ограниченными возможностями, позволяющие испытывать электродвигатели на холостом ходу. В то же время наиболее информативным является режим работы электродвигателя под нагрузкой, имитирующий работу электродвигателя в составе электропривода.

Для этого при широком спектре ремонтируемого оборудования необходим сложный парк оборудования для проведения испытаний. Решить данную проблему в условиях ремонтных цехов судоремонтных предприятий затруднительно. В то же время на рынке не представлено решений, позволяющих проводить качественные испытания электродвигателей разной мощности.

Возможным решением является применение частотных методов диагностирования электродвигателей переменного тока. Известно, что изменение частоты питающего напряжения асинхронного электродвигателя напрямую влияет на его скорость, в тоже время резкое снижение частоты приводит к возникновению обратного момента, который является эквивалентом нагрузочного.

Для подтверждения данной теории проводились исследования при помощи моделирования разработанной системы в SymPowersystems. Компьютерные модели проходили проверку в номинальном режиме. Для этого проводилось сравнение полученных и паспортных параметров моделируемых машин. Для более точного подтверждения представленной гипотезы проводилось

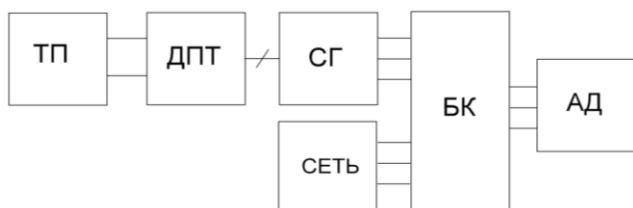


Рис. 1. Схема для проведения эксперимента с учетом рекуперации электроэнергии в сеть



Рис. 2. Связка двигатель – генератор

у полупроводниковых статических преобразователей, главный из которых – простота конструкции, что делает очевидным выбор в пользу системы с использованием электромашинного преобразователя в рамках экспериментального этапа исследования.

Спарка (электромашинный преобразователь частоты ПЧ) содержит двигатель постоянного тока и синхронный генератор [2], сочлененные валами с помощью муфты (рис. 2), а также тахогенератор и клеммные колодки.

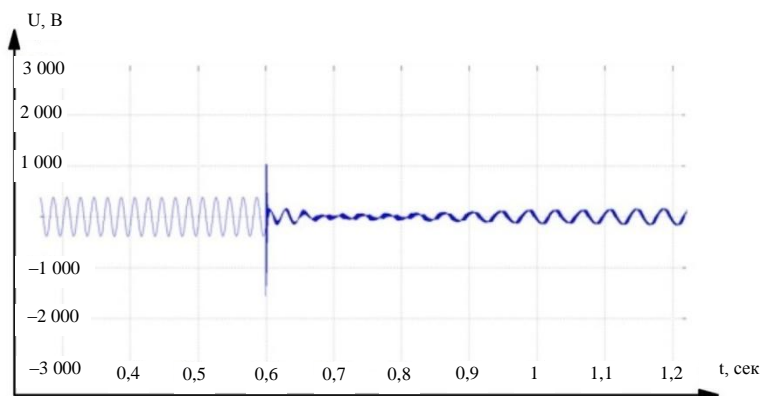


Рис. 3. Результаты компьютерного моделирования процесса ИИ

сравнение некоторых параметров процесса нагружения на компьютерных моделях и реальных установках.

Для оценки отдаваемой в сеть энергии была составлена модель с применением «электромашинного преобразователя», поэтому для подтверждения эффективности предлагаемого метода на реальной установке была использована подобная система, схема которой изображена на рис 1.

Основным недостатком данного способа является двойное преобразование энергии (переменного тока в постоянный ток, затем в переменный ток регулируемый), что приводит к потерям и снижает КПД системы, возрастают массо-габаритные показатели системы, шум и механическая инерционность. Этих недостатков лишены статические преобразователи [1].

По этим причинам приведенная схема не претендует на промышленный образец, но обладает возможностями, которых нет

Некоторые результаты эксперимента, записанные при помощи цифрового осциллографа, представлены на рис. 4.

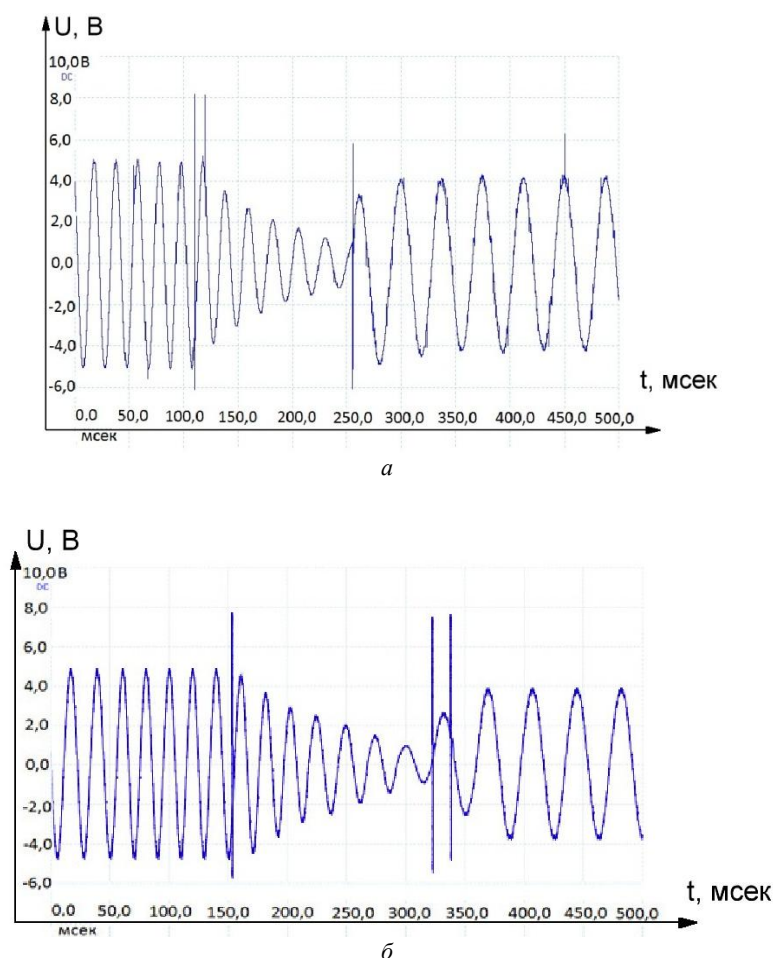


Рис. 4. Результаты проведения эксперимента при помощи:
а) электронного ПЧ и б) «электромашинного» ПЧ

В результате проведения эксперимента получены осциллограммы напряжений в процессе искусственного нагружения [3] при помощи двух видов экспериментальных стендов. Осциллограммы, полученные в ходе натурального эксперимента весьма схожи с осциллограммами компьютерного эксперимента и имеют максимальный разброс в 20% на участках от 0,11 с до 0,29 с.

Длительность одного цикла процесса нагружения на стенде с использованием «электромашинного» преобразователя частоты совпадает с компьютерным экспериментом. Небольшое отличие амплитуд напряжений до и после коммутации объясняются неучтенными механическими потерями при использовании нескольких соединенных между собой электрических машин. Отличие осциллограмм на рис. 4, а и рис. 4, б обусловлено наличием свойств рекуперации у стенда, схема которого приведена на рис. 1. Полученные результаты свидетельствуют о соответствии работы компьютерной модели и реальных процессов нагружения асинхронных двигателей, т.е. об адекватности модели реальным физическим процессам [4].

В результате проведения экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Для подтверждения адекватности компьютерной модели процесса нагружения электродвигателя переменного тока был спроектирован и создан экспериментальный стенд с использованием полупроводникового преобразователя частоты и компьютеризированного измерительного оборудования. После монтажа разработанного стенда проведены натурные эксперименты по нагружению АД типа 4А80А4.

2. Так как установленный полупроводниковый преобразователь частоты не позволяет осуществлять рекуперацию электрической энергии в сеть, то результаты экспериментов несколько отличаются от результатов моделирования.

В частности, цикл процесса ИН АД более длителен и отличается, примерно, на 0,5 с, что составляет около 18% от его общей продолжительности.

3. С целью учета отдаваемой в сеть энергии в процессе рекуперативного торможения процесса ИН АД, была разработана и собрана в лаборатории кафедры «Радиооборудование и электрооборудование судов» КамчатГТУ установка для испытаний АД.

Схема использует преобразователь частоты, выполненный при помощи двигателя постоянного тока и синхронного генератора на одном валу, для управления преобразователя был использован возбудитель синхронной машины и источник питания двигателя постоянного тока.

В результате экспериментов получены результаты, более близкие к результатам компьютерного моделирования. Различие в длительности процесса составляет, примерно, 12%.

Литература

1. *Герман-Галкин С.Г.* Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учеб. пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – С. 233–239.
2. *Вольдек А.И.* Электрические машины: Учеб. для высш. техн. заведений. – 3-е изд. – Л.: Энергия, 1978. – С. 510–514.
3. *Марченко А. А.* Моделирование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А. А. Марченко, Н. Н. Портнягин // *Соврем. проблемы науки и образования.* – Пенза, 2012. – № 6. – С. 125–125.
4. *Марченко А. А.* Исследование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А. А. Марченко, Н. Н. Портнягин // *Фундам. исслед.* – 2013. – № 1–2. – С. 408–412.

УДК 621.313.333

А. А. Марченко, С. Ю. Труднев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: Marchenko29@mail.ru*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ 4A132M4 ПОД НАГРУЗКОЙ

В данной статье рассматривается метод нагружения асинхронного электродвигателя без использования дополнительной нагрузки. Изменение частоты напряжения напрямую влияет на момент на валу машины и ток электродвигателя. Учитывая эти свойства, можно получить средний ток и момент, эквивалентные номинальному току и моменту, что является необходимым при испытании машин после ремонта. Для проверки данной гипотезы авторами была разработана математическая модель асинхронного электродвигателя с возможностью изменения перечисленных параметров. В рамках исследования решалась задача по определению значений напряжения, соответствующих номинальному току электродвигателя.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, мощность, номинальный ток, преобразователь частоты, момент, коммутация, частота напряжения.

A.A. Marchenko, S.U. Trudnev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: Marchenko29@mail.ru*

DETERMINING VOLTAGE PARAMETERS OF THE ELECTRIC MOTOR 4A132M4 UNDER LOADING

The article deals with the method of asynchronous electric motor loading without using additional loading. Change of voltage frequency influences directly on the torque of the machine and electric motor current. Considering these properties it is possible to receive average current and the torque which are equivalent to rated current and the torque. It is necessary when testing machines after repair. The mathematical model of the asynchronous electric motor with the possibility to change the parameters listed above has been developed by the authors to check this hypothesis. The study has taken up the challenge of determining voltage values corresponding to rated current of the electric motor.

Key words: asynchronous engine, power, rated current, frequency converter, torque, switching, voltage frequency.

Поломки современного асинхронного электропривода чаще всего напрямую связаны с выходом из строя самого асинхронного электродвигателя.

Частое изменение параметров машины вследствие изменения характеристик сети (несинусоидальные формы напряжения и тока), а также вследствие скачкообразного изменения нагрузок является наиболее частой причиной неисправности машины. Кроме того, причиной могут быть износ отдельных частей и ошибки технологии производства электрической машины.

По статистике на флоте рыбной промышленности Дальнего Востока около 32 % асинхронных электродвигателей подвергаются ремонту на судоремонтных предприятиях Владивостока, Петропавловска-Камчатского.

Как следствие судовладелец терпит убытки. Затраты на ремонт оборудования существенны (например, перемотка асинхронного двигателя мощностью 5–75 кВт в зависимости от модификации и исполнения обходится от 20 до 40 у.е./кВт), но проведение ремонта во время рейса свя-

зано с простым оборудованием, что в условиях промысла недопустимо. Кроме того, на большинстве судов не предусматривается оборудование для ремонта электродвигателей и отсутствует соответствующий персонал.

Своевременное определение неисправности электродвигателя может существенно уменьшить риск выхода всего электропривода и простоя судна в целом.

Наиболее перспективно проверять электрические машины под номинальным током, что соответствует работе машины под нагрузкой в составе электропривода. Во-первых, это позволит определять техническое состояние машины отдельно от исполнительного механизма электропривода, что позволит избежать поломки всей системы в случае неисправности электродвигателя. Во-вторых, проверка может проводиться на судоремонтном предприятии, где непосредственно осуществляется ремонт электродвигателей.

Для мониторинга технического состояния важно нагрузить машину, что соответствует получению номинального среднего тока и момента на валу.

Для получения процесса нагружения машины важно получить максимальный момент на валу не зависимо от его знака при ограниченном изменении скорости в силу законов механической прочности [1]. Это становится возможным при максимально быстром разгоне или торможении электродвигателя.

Известны способы регулирования частоты электродвигателей переменного тока. Самым перспективным является способ изменения частоты питающего напряжения. Для разгона наиболее подходящим является прямой пуск электродвигателя.

Напряжение сети при частотном регулировании с учетом закона Костенко для электропривода в современных преобразователях частоты может варьироваться в некоторых пределах с учетом этого, проведение испытаний электродвигателей под номинальным током требует как можно более точного нахождения оптимального значения как частот, так и напряжений. Ясно, что процессы, проходящие внутри системы при данном виде нагружения, отличаются от процессов в электроприводе. Можно утверждать, что с изменением напряжения в широких пределах, возможно получение режима более схожего с нагрузочным по значениям токов и моментов электродвигателя. Применение данного подхода к проектированию преобразователя частоты обуславливает использование специального преобразователя частоты с определенными параметрами напряжения для определенного типа электродвигателя. С другой стороны, автоматизация процесса испытаний является необходимой в условиях существующей проблемы технического состояния флота и его постоянного ухудшения.

Кроме того выявление оптимального режима нагружения позволит избежать аварийного режима, так как в тепловом соотношении при слишком больших токах данный режим является опасным и приведет к постепенному выгоранию статорных обмоток. Применение взаимной нагрузки исключает аварийный режим, так как двигатель работает при своих номинальных характеристиках. При существенном несовпадении номинальных данных с полученными в ходе испытаний делается вывод о неисправностях данного электродвигателя. В режиме испытаний с применением искусственного нагружения в условиях переключения с периодичностью в доли секунды визуальное определение неблагоприятного режима может быть проблематичным. Несовпадение номинальных данных и полученных в ходе испытаний с искусственной нагрузкой может свидетельствовать как о неисправности самого двигателя, так и введения электродвигателя в аварийный режим.

В настоящее время эта область является неисследованной. Основной задачей исследования являлось определение оптимального значения пониженной частоты напряжения. Для определения оптимального напряжения проводились эксперименты на всем диапазоне частот с пошаговым уменьшением напряжения для каждой частоты для разработанной модели в программе Simulink [2] (рис. 1).

Результаты экспериментов для электродвигателя 4A132M4 приведены в таблице 1. В первой строке записано отношение U/U_n , где U_n – номинальное напряжение, U_0 – уменьшенное в ходе эксперимента напряжение. Во второй строке указано значение напряжения в вольтах. В третьей строке указан средний ток для каждого значения напряжения. В первом столбце соотношение U/U_0 соответствует соотношению $U/f = \text{const}$. Далее в рамках эксперимента увеличивалось соотношение U/U_0 , соответственно уменьшалось рабочее напряжение для заданной частоты сети [3].

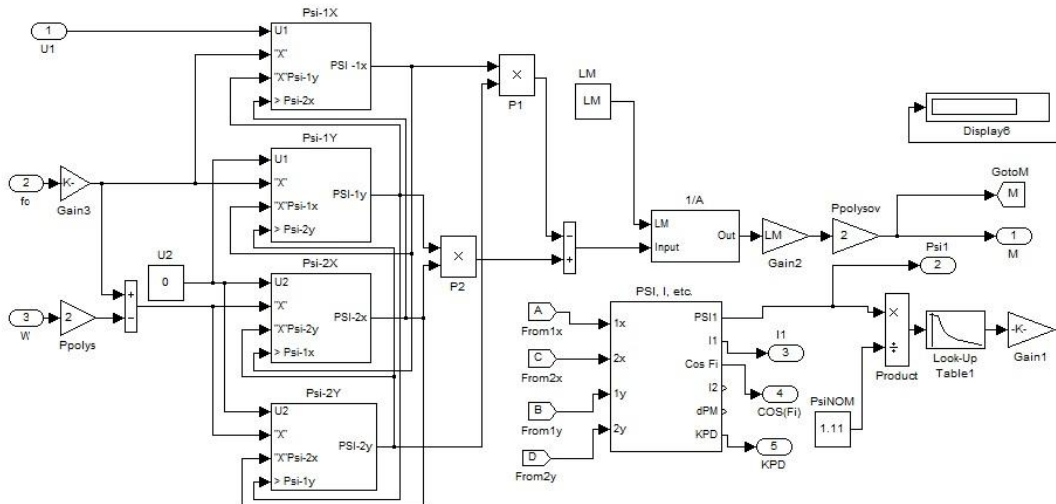


Рис. 1. Модель в Simulink

Таблица 1

Значения среднего тока при различных частотах напряжения электродвигателя 4A132M4

Для частоты 24 Гц

U/U ₀	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
U, В	172	165	158	152	123	119	115
I _{ср} , А	19,01	19,49	19,80	20,31	20,72	21,12	21,58

Для частоты 25 Гц

U/U ₀	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
U, В	172	165	158	152	146	141	139
I _{ср} , А	19,35	19,78	20,07	20,22	20,80	21,14	21,32

Для частоты 26 Гц

U/U ₀	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
U, В	165	158	152	146	141	139	131
I _{ср} , А	20,06	20,33	20,64	21,19	21,52	21,87	22,15

Далее для более наглядной демонстрации результатов эксперимента по данным таблицы построены соответствующие графики, представленные на рис. 2.

При сравнении полученных зависимостей тока электродвигателя от напряжения можно сделать вывод, что для получения номинального тока электродвигателя данный способ может быть приемлемым. При проведении экспериментов [4] на ряде электродвигателей серии 4А мощностями от 1,1 до 11 кВт видно, что оптимальное значение среднего тока, сравнимое с номинальным значением попадает в пределы от 22 до 24 Гц при пониженном значении напряжения около 160 В. Полученное значение следует использовать при выборе или проектировании преобразователя для проведения испытаний электродвигателя под нагрузкой.

В ходе исследования была выполнена поставленная задача, а именно для определения параметров преобразователя частоты были выявлены значения напряжения, соответствующие номинальному току электродвигателя.

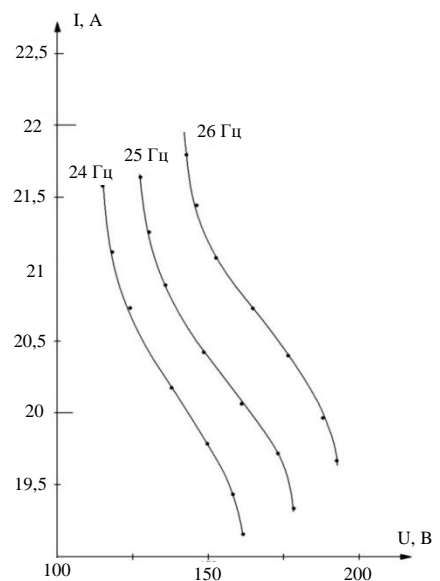


Рис. 2. Зависимость среднего тока электродвигателя серии 4A132M4 от напряжения различных частот

После проведения эксперимента нескольких электрических двигателях серии 4А различной мощности можно сделать вывод о схожести параметров частоты и напряжения для получения номинального среднего тока. Это объясняется зависимостью тока двигателя от электромагнитного момента. Из этого следует, что при проектировании системы испытаний можно использовать средние промежуточные данные для целого ряда асинхронных электродвигателей.

Литература

1. *Вольдек А.И.* Электрические машины: Учеб. для высш. техн. заведений. – 3-е изд.– Л.: Энергия, 1978. – С. 510–514.
2. *Герман-Галкин С.Г.* Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учеб. пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – С. 233–239
3. *Марченко А. А.* Моделирование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А. А. Марченко, Н. Н. Портнягин // *Соврем. проблемы науки и образования.* – Пенза, 2012. – № 6. – С. 125 – 125.
4. *Марченко А. А.* Исследование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А. А. Марченко, Н. Н. Портнягин // *Фундам. исслед.* – 2013. – № 1–2. – С. 408–412.

УДК 639.3.06:519.6

А.А. Недоступ, А.О. Ражев

¹*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ САДКА ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ ПРИ ТРЕХМЕРНОЙ ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ

В данной статье описана математическая модель сетной части цилиндрического садка погружного типа без учета течения и волнения. В конце статьи представлены результаты моделирования компьютерной программы, созданной на основе описанной математической модели в виде трехмерной геометрической формы сетной части садка. Расчетные силы натяжений в нитках садка представлены цветом по цветовой шкале HSV.

Ключевые слова: садок аквакультуры, математическая модель, математические зависимости, компьютерная программа.

A.A. Nedostup, A.O. Raghev

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

MATHEMATICAL MODELING OF THE CAGE OF INDUSTRIAL AQUACULTURE IN THREE-DIMENSIONAL PROBLEM STATEMENT

This article describes the mathematical model of the netting of the cylindrical submersible cage of industrial aquaculture without movement and wave action. At the end of the article the results of the simulation computer program created on the basis of the mathematical model described in the form of three-dimensional geometric shape of the cage of industrial aquaculture are presented. Calculated tension forces in the thread cage of industrial aquaculture are presented in coloring according to the color chart HSV.

Key words: cage of industrial aquaculture, mathematical model, mathematical relationships, computer program.

За последние десятилетия стало ясно, что потребность мирового сообщества в морепродуктах не может быть удовлетворена только за счет добычи водных организмов. В связи с этим все больше возрастает роль аквакультуры в обеспечении населения земного шара морепродуктами.

Изучению гидродинамических характеристик садков и садковых линий, а также систем удержания уделяется серьезное внимание в таких странах как Китай, Норвегия, Франция, США и др. В настоящее время одним из наиболее распространенных типов предприятий аквакультуры являются садковые рыбоводные хозяйства или садковые хозяйства индустриальной аквакультуры. Садок для выращивания рыбы является одним из основных элементов промышленного рыборазведения. Садки для разведения рыбы обеспечивают оптимальные условия развития мальков и полноценного роста здоровых особей вплоть до обретения ими товарного веса. Они имеют достаточно простую конструкцию и представляет собой канатно-веревочное изделие из капроновой латексированной сетки, специально предназначенной для выращивания рыбы. Для придания конструкции оптимальной формы используется каркас. Именно такое оборудование для выращивания рыбы получило название садок аквакультуры.

Размер и форма садков может быть разнообразными. Выбирать их необходимо, опираясь на климатические условия конкретного региона, а также характеристики водоема и, конечно,



Рис. 1. Садовая линия

виды выращиваемых рыб. На данный момент рыбоводы всего мира в большинстве случаев отдают предпочтение цилиндрическим, круглым, прямоугольным и восьмигранным рыболовным садкам.

Рассмотрим математические зависимости, связывающие силовые и геометрические характеристики сетной части садка [1–6].

Цилиндрический садок погружного типа (рис. 1) имеет шаг ячеи a , а нить сети обладает определенным модулем упругости E , значение которого известно.

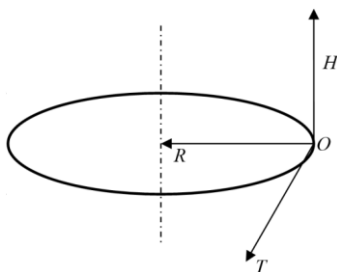


Рис. 2. Оси системы координат

На рис. 2 изображены оси системы координат.

На рисунке 2 использованы следующие обозначения:

OR – радиальная, направлена от точки окружности к ее центру;

OH – осевая, направлена вверх параллельно оси;

OT – касательная, параллельна касательной, проходящей через точку окружности.

Приведем математические зависимости, связывающие геометрические характеристики сети садка (рис. 3–5):

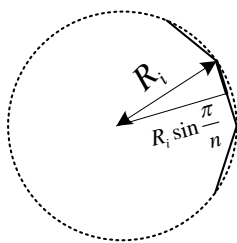


Рис. 3. Ряд i

$$a_{R_i} = R_i \cos \frac{\pi}{n} - R_{i+1}, \quad (1)$$

$$a_{T_i} = R_i \sin \frac{\pi}{n}, \quad (2)$$

$$a_i^2 = a_0^2 \left(1 + \frac{4T_i}{\pi E d^2} \right), \quad (3)$$

$$a_i^2 = a_{T_i}^2 + a_{H_i}^2 + a_{R_i}^2, \quad (4)$$

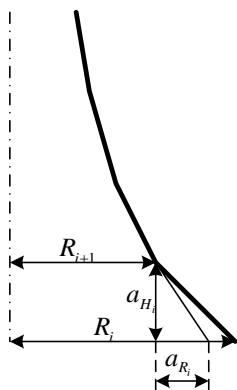


Рис. 4. Сечение вдоль оси OH

где a_0 – длина нити i -того ряда до деформации; a_i – длина нити i -того ряда после деформации; a_{R_i} , a_{H_i} , a_{T_i} – проекции нити на оси; R_i – радиус описывающей окружности i -го ряда (координата R); n – количество ячеек по окружности; i – номер ряда, $i = [0 \dots 2m]$, где m – количество ячеек по высоте; E – модуль упругости нитки; d – диаметр нитки; T_i – сила натяжения нити i -го ряда.

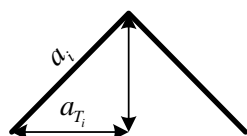


Рис. 5. Часть ячейки ряда i

Опишем зависимости, связывающие силовые характеристики ячеек сетной части садка (см. рис. 6 и 7):

$$F_{H_i} = 2T_i \frac{a_{H_i}}{a_i} - \left(\frac{G}{n} + 2 \sum_{j=0}^{i-1} q_j \right) = 0, \quad (5)$$

$$T_i \frac{a_{H_i}}{a_i} = T_{i+1} \frac{a_{H_{i+1}}}{a_{i+1}}, \quad (6)$$

по оси OR :

$$T_i \frac{a_{R_i}}{a_i} = T_{i+1} \frac{R_{i+1} - R_{i+2} \cos \frac{\pi}{n}}{a_{i+1}}, \quad (7)$$

где G – вес в воде основания садка; q_j – вес в воде нити j -го ряда; F_{H_i} – осевая проекция результирующей силы, приложенной к узлу i -го ряда.

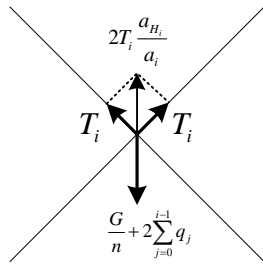


Рис. 6. Проекция сил на ось OH , действующих на узел

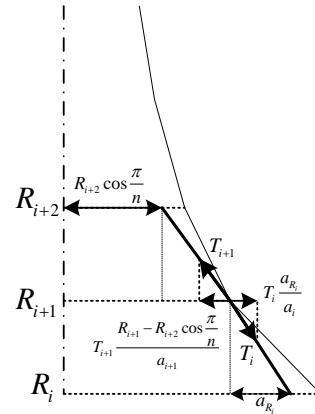


Рис. 7. Проекция сил на ось OR , действующих на узел

Составим систему уравнений при искомым неизвестных:

$$R_1, \dots, R_{2m-1}, a_{H_0}, \dots, a_{H_{2m-1}}, T_0, \dots, T_{2m-1}.$$

Для сети получаем $6m-1$ неизвестных. Подставляя (1)–(3) в (4) получаем одно уравнение, связывающее геометрические характеристики (для каждого ряда). Для сети получаем $2m$ таких уравнений. Подставляя (6) в (5) получаем одно уравнение, связывающее осевые силовые характеристики (для каждого ряда) и одно уравнение (7), связывающее радиальные силовые характеристики, для каждого ряда, кроме верхнего. Для сети получаем $4m-1$ таких уравнений. В результате получаем систему из $6m-1$ уравнений с $6m-1$ неизвестными. Зная для каждого ряда R по формулам (1) и (2) находим a_T и a_R .

Приведем результаты имитационного моделирования. На рис. 8 изображены трехмерные формы садков. Спектр цвета отображает силу натяжения в нитках. Входными параметрами для моделирования являются: $a = 50$ мм; $q = 0,0006$ Н; $d = 2$ мм; $E = 1,1$ ГПа; $D_1 = 14$ м – диаметр верха садка; $D_2 = 14$ м – диаметр основания садка; $n = 650$ яч; $m = 60$ яч; $G = 1000$ Н.

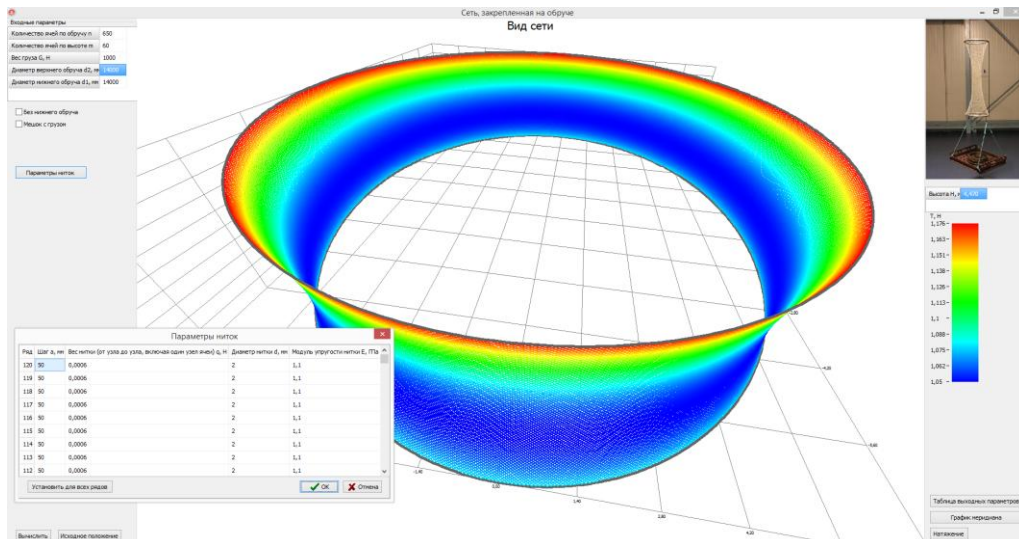


Рис. 8. Трехмерная форма цилиндрического садка

Предложенная математическая модель позволяет определить силовые и геометрические характеристики сетной части круглого погружного садка по его известным параметрам, полученным по результатам расчета основных параметров без учета течения и действия волнения.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ №15-08-00464-а «Математическое, физическое и имитационное моделирование сетных орудий рыболовства и аквакультуры».

Литература

1. Недоступ А.А. Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Моногр. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 280 с.
2. Недоступ А.А., Наумов В.А., Ражев А.О., Бельх А.В. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч.1: Моногр. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 253 с.
3. Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства / М.М. Розенштейн. – М.: Колос, 2009. – 394 с.
4. Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши): Учеб. пособие. – 2-е изд. – Л.: Гидрометеопиздат, 1975. – 530 с.
5. Недоступ А.А. Обоснование метода расчета сетных орудий рыболовства на основании дискретной модели // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации Фридмана Александра Львовича и 95-летию со дня основания кафедры промышленного рыболовства. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ». 2010. – С. 266–275.
6. Недоступ А.А. Дискретная модель рыболовной сети // Известия КГТУ. – 2010. – № 18. – С. 255–261.

УДК 639.2.081.113:519.6

А.А. Недоступ, А.О. Ражев

*Калининградский государственный технический университет,
Калининград, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАВНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНОЙ МОДЕЛИ В ДИНАМИКЕ

В данной статье описана композитная математическая модель динамики ставной разноглубинной сети, закрепленной за оттяжки и поводцы при помощи якорей в условиях волнения, основанная на дискретной модели взаимодействующих частиц и волновой модели Стокса-Релея. В конце статьи представлены результаты моделирования компьютерной программы (геометрия сети в проекции с информацией о силовых характеристиках в цветовой системе HSB), созданной на основе описанной математической модели.

Ключевые слова: ставная сеть, математическое моделирование, волновая модель, динамика, модель взаимодействующих частиц.

A.A. Nedostup, A.O. Raghev

*Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, 236022
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

MATHEMATICAL MODELING OF FIXED GILL NET BASED ON DISCRETE MODEL IN DYNAMICS

This article describes the mathematical model of the dynamics of fixed mid-water gill net attached to the backstays and snoods using anchors in waves. The model is based on the discrete model of interacting particles and Rayleigh-Stokes wave model. At the end of the article the results of computer program modeling (gill net geometry in the projection with information about load bearing characteristics in HSB color system) designed on the basis of the mathematical model are presented.

Key words: gill net, mathematical modeling, wave model, dynamics, model of interacting particles.

По принципу действия ставные сети относятся к объецаивающим орудиям рыболовства [1–3]. Ставные сети используются во внутренних и прибрежных водоемах Мирового океана. Они являются самыми распространенными и простыми по конструкции орудиями рыболовства. В зависимости от глубины постановки сети делятся на верховые, донные и разноглубинные (пелагические). По устройству ставные сети делятся на одностенные, двухстенные и трехстенные, рамовые, одностенные без нижней подборы, одностенные с пожилинами без подвязки к ним полотна, одностенные с пожилинами и подвязкой к ним сетного полотна, ромбовидные, упрощенные рамовые, с комбинированным набором шага ячеи по высоте полотна, с комбинированной посадкой по длине полотна.

Конструкция ставной сети состоит из сетной оболочки, посадочных нитей, верхней, нижней и боковых подбор, оснастки верхней подборы (плава), оснастки нижней подборы (загрузки), угловых огонов сети, оттяжек, поводцов, вешек и якорей. Чтобы предотвратить повреждение сети в условиях волнения при ее проектировании и в процессе эксплуатации необходимо знать возможные пиковые нагрузки на ее элементы, а также условия срыва якоря. Также необходимо рассчитать параметры сети и ее установки так, чтобы при различных скоростях течения ее форма в плане удовлетворяла условиям промысла, то есть имела уловистость.

Проектирование ставных сетей требует проведения колоссальных объемов вычислений, так как сеть состоит из огромного количества ячеей. Зачастую требуется изучить поведение натурального орудия рыболовства, что практически невозможно путем натурального эксперимента. Поэтому возникает необходимость в способах, позволяющих достаточно просто рассчитывать сложные системы, такие как ставные сети, состоящие из тысячи и более элементов.

С развитием вычислительной техники компьютер все больше приходит на помощь разработчикам орудий рыболовства и рыбакам. Применение персонального компьютера в качестве средств автоматизации проектирования и в процессе эксплуатации орудий рыболовства позволяет сократить общее время его разработки и установки, уменьшить количество ошибок.

Рассмотрим метод моделирования поведения ставной сети, находящуюся в потоке воды при наличии волнения. На верхней подбуре сети расположены оснастка и плав, нижняя подбуря подгружена. Ставная сеть закреплена при помощи горизонтальных и наклонных оттяжек к якорю.

Пусть поток воды направлен параллельно ее поверхности. В плоскости OXY (рис. 1) сечение сетного полотна представляет собой кривую линию. Применив метод конечных элементов разобьем эту кривую на несколько участков и заменим каждый участок прямолинейным отрезком. Чем больше разбиений, тем точнее будет математическая модель. Аналогично поступим с оттяжками и поводцами, представив их прямолинейным отрезком. Введем понятие узла как точку на конце отрезка. В результате получим ненаправленный односвязный граф, состоящий из множества вершин N , являющихся точками соединения отрезков (участков сетного полотна, поводцов и оттяжек) и множества ребер, замещающих отрезки.

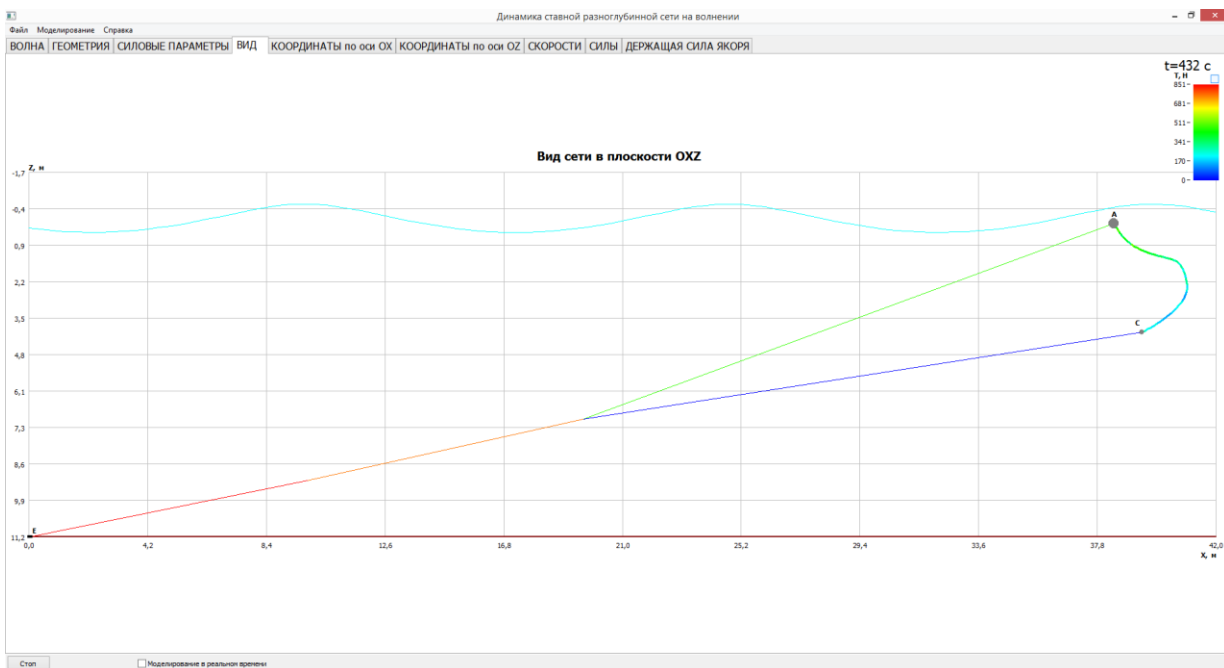


Рис. 1. Вид ставной сети в плоскости сечения

Сосредоточим массы и веса всех участков сети в узлах графа. Составим дифференциальные уравнения движения и определим начальные условия для каждого узла $i \in N$ (1) [4]:

$$\begin{cases} \frac{d\bar{v}_i}{dt} = \bar{w}_i, & \bar{v}_i(0) = \bar{0} \\ \frac{d\bar{r}_i}{dt} = \bar{v}_i, & \bar{r}_i(0) = \bar{r}_i^0 \end{cases}, \quad (1)$$

где v_i – скорость узла i ; w_i – ускорение узла i ; r_i – координаты узла i ; r_i^0 – начальные координаты узла i ; t – время процесса моделирования.

Ускорение для каждого узла определяется из уравнения (2):

$$m_i \overline{w}_i = \sum_{j \in N_i} \left(\overline{r}_j - \overline{r}_i \right) \frac{T_{ij}}{|\overline{r}_j - \overline{r}_i|} - \frac{\overline{R}_{ij} + (0, G_{ij})}{2} + \overline{F}_i, \quad (2)$$

где, m_i – сосредоточенная масса в узле i с учетом присоединенной массы; w_i – узловое ускорение в точке i ; R_{ij} – сила гидродинамического сопротивления, действующая на участок сети, оттяжку или поводец между узлами i и j ; G_{ij} – вес участка между узлами i и j ; r_i – координаты узла i ; r_j – координаты узла j ; T_{ij} – сумма сил натяжения всех ниток, пересекающих плоскость, проходящую через узлы i и j параллельно плоскости OXZ; F_i – дополнительная сила, зависящая от узла i ; N_i – множество всех узлов, смежных узлу i по ребру (i, j) .

Суммарная сила натяжений на участке (i, j) определяется из уравнения (3):

$$T_{ij} = \begin{cases} \left(\frac{|\overline{r}_j - \overline{r}_i|}{L_{ij}} - 1 \right) E_{ij} A_{ij} & \text{если } |\overline{r}_j - \overline{r}_i| > L_{ij} \\ 0 & \text{если } |\overline{r}_j - \overline{r}_i| \leq L_{ij} \end{cases}, \quad (3)$$

где, A_{ij} – сумма площадей поперечного сечения всех ниток, поводцов или оттяжек на участке (i, j) плоскостью, проходящей между узлами i и j параллельно плоскости OXZ; L_{ij} – длина участка (i, j) при $T_{ij} = 0$ (без растяжения); E_{ij} – модуль упругости материала.

Найдем для каждого узла m_i и F_i , а для каждого участка G_{ij} , R_{ij} и A_{ij} , и подставим их в уравнения (2) и (3). Массу, сосредоточенную в узле, и вес участка вычислим по формулам (4):

$$m_i = m_{0i} + \frac{1}{2} \sum_{j \in N_i} \left((\rho_{ij} + \rho) V_{ij} \right), \quad G_{ij} = (\rho_{ij} - \rho) V_{ij} g, \quad (4)$$

где, ρ_{ij} – усредненная плотность ниток участка (i, j) , ρ – плотность воды, V_{ij} – объем ниток участка (i, j) , m_{0i} – собственная масса (с учетом присоединенной массы [8]) узла i без участков.

Для нижней подборы дополнительная сила и собственная масса находятся по формулам (5):

$$\overline{F}_i = -\overline{(0, 2Gnau_x)} - \overline{e}_i R_G, \quad m_{0i} = \frac{2nau_x G (\rho_G + \rho)}{(\rho_G - \rho) g}, \quad (5)$$

где, G – погонный вес в воде нижней подборы; n – количество ячеек по верхней подборе; u_x – посадочный коэффициент по верхней подборе; a – шаг ячеек; R_G – сила гидродинамического сопротивления участка нижней подборы; e_i – единичный вектор, имеющий направление скорости перемещения узла i относительно потока воды; ρ_G – усредненная плотность нижней подборы.

Для верхней подборы дополнительная сила и собственная масса находятся по формулам (6):

$$\overline{F}_i = \overline{(0, 2Qnau_x)} - \overline{e}_i R_Q, \quad m_{0i} = \frac{2nau_x Q (\rho_Q + \rho)}{(\rho - \rho_Q) g}, \quad (6)$$

где, Q – погонная плавучесть верхней подборы; R_Q – сила гидродинамического сопротивления участка верхней подборы; ρ_Q – усредненная плотность верхней подборы.

Для якоря дополнительная сила и собственная масса находятся по формулам (7):

$$\overline{F}_i = -\overline{(0, G_H)} - \overline{(F_{jH}, 0)}, \quad m_{0i} = \frac{G_H (\rho_{GH} + \rho)}{(\rho - \rho_{GH}) g}, \quad (7)$$

где, G_H – вес в воде якоря; F_{jH} – сила удержания якоря; ρ_{GH} – плотность якоря.

Для остальных узлов примем: $F_i = 0$; $m_{0i} = 0$.

Для вычисления силы гидродинамического сопротивления R_{ij} используются эвристические зависимости [6].

Геометрические характеристики участков сетного полотна (8):

$$L_{ij} = 2ma\sqrt{1-u_x^2}, \quad A_{ij} = 2n\frac{\pi d^2}{4}, \quad S_{ij} = 4nmad, \quad V_{ij} = \frac{\pi}{4} S_{ij} d, \quad F_o = \frac{d}{au_x \sqrt{1-u_x^2}}, \quad (8)$$

где, d – диаметр ниток; m – количество ячеек по боковой подборе; F_o – сплошность.

Геометрические характеристики оттяжек (9):

$$A_{ij} = \pi d_{ij}^2 / 4, \quad V_{ij} = A_{ij} L_{ij}, \quad S_{ij} = L_{ij} d_{ij}, \quad (9)$$

где, d_{ij} – диаметр оттяжки; L_{ij} – длина оттяжки.

Рассчитаем гидродинамическую силу нижней и верхней подбор как для цилиндра, применив эмпирические зависимости (10):

$$R_G = \frac{1}{2} b_1 k_{1G} \left(\frac{d_G |\bar{v}_0 - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_0 - \bar{v}|^2 \rho d_G (2anu_x), \quad k_{1G} = \frac{1}{1 + (d_G / (2anu_x))^{1/3}}, \quad (10)$$

$$R_Q = \frac{1}{2} b_1 k_{1Q} \left(\frac{d_Q |\bar{v}_{k-1} - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_{k-1} - \bar{v}|^2 \rho d_Q (2anu_x), \quad k_{1Q} = \frac{1}{1 + (d_Q / (2anu_x))^{1/3}},$$

где d_G – диаметр нижней подборки; d_Q – диаметр верхней подборки; $b_1 = 4,2$ – коэффициент для шестипрядных полиэтиленовых канатов [7,8]; k_{1G} , k_{1Q} – поправочные коэффициенты, определяющие удлинение цилиндра.

Сила удержания якорей (11):

$$F_f = \begin{cases} \text{sgn}((\bar{v}_G - \bar{v})_x) f F_y & |F_y| < 0 \\ 0 & |F_y| \geq 0 \end{cases}, \quad F_{i,y} = \left(\sum_{j \in [1,k]} \left(\frac{\bar{r}_j - \bar{r}_i}{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|} \frac{T_{i,j}}{2} - \frac{\bar{R}_{i,j} + \overline{(0, G_{i,j})}}{2} \right) + \bar{F}_i \right)_y, \quad (11)$$

где, $F_{i,y}$ – проекция на ось ОУ равнодействующей сил за вычетом силы трения, приложенных к якорю; f – коэффициент держачей силы; v_G – абсолютная скорость якоря; r_i – координаты якоря. При волнении и в условиях шторма граница раздела вода-воздух (профиль волны) изменяется во времени.

Учитывая вышесказанное для определения сил взаимодействия ставной сети с внешней средой необходимо найти:

- 1) мгновенное значение вектора скорости течения в произвольной точке пространства и времени (поля скорости течения);
- 2) профиль волны в произвольное время.

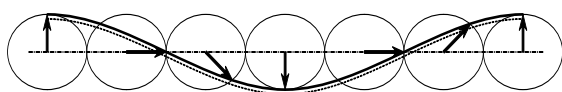


Рис. 2. Профиль волны, соответствующий модели Стокса-Релея

Рассмотрим волновую модель Стокса-Релея [10–12], имеющую место в условиях ограниченной глубины. В данной модели при волнении частицы воды движутся по эллиптическим траекториям. Профиль волны показан на рис. 2.

Размер полуосей эллипса определяется по формулам (12) [14]:

$$a_0(z_0) = \frac{h}{2} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\sinh(k \cdot H)}, \quad b_0(z_0) = \frac{h}{2} \cdot \frac{\sinh(k \cdot z_0)}{\sinh(k \cdot H)}, \quad (12)$$

где a_0 – горизонтальная, b_0 – вертикальная полуоси эллипса; h – высота волны; $k = 2\pi/\lambda$; λ – длина волны; H – глубина места лова; z_0 – высота от дна водоема; $d_0 = 0.25\pi h^2 / \lambda$ – поднятие центра орбит, вызванное несимметричностью волны относительно линии, определяющей положение воды в покое [12].

Профиль волны в декартовых координатах ($x; z$) определяется системой параметрических уравнений (13):

$$\begin{cases} x = R \cdot t_w + a_0 \cdot \sin t_w + ct \\ z = H + d_0 - b_0 \cdot \cos t_w \end{cases}, \quad c = \sqrt{g \cdot R} \tanh(k \cdot H) \quad (13)$$

где $R = 1/k$; t_w – параметр; c – скорость распространения волны (17); t – время; g – ускорение свободного падения.

Вектор скорости воды $(u;w)$ в точке $(x_0; z_0)$ является суммой трех составляющих (14):

$$(u;w) = (v;0) + (u_e;0) + (u_w;w_w), \quad (14)$$

где v – скорость вынужденного течения (приливно-отливное, речное); u_e – скорость волнового течения; u_w – горизонтальная и w_w – вертикальная составляющие скорости вращения воды, вызванного волной.

Скорость вращения воды (u_w, w_w) вызванного волной, и скорость волнового течения u_e определяется системой параметрических уравнений (15) [7,13]:

$$\begin{cases} u_w = \frac{h \cdot g}{2 \cdot c} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)} \cdot \cos t_w \\ w_w = \frac{h \cdot g}{2 \cdot c} \cdot \frac{\sinh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)} \cdot \sin t_w \end{cases}, \quad u_e = u_{en} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)}, \quad (15)$$

где $u_{en} = 0.25h^2k^2c$ – скорость ветрового течения на поверхности.

Скорость вынужденного течения [13] (16):

$$v = v_n \cdot \sqrt{1 - (0.57 + 3.3/C) \frac{(H - z_0)^2}{H^2}}, \quad (16)$$

где v_n – скорость вынужденного течения на поверхности; C – коэффициент формулы Шези.

По предложенной математической модели была разработана компьютерная программа моделирования поведения ставной разноглубинной сети на волнении и проведен численный эксперимент. При эксперименте были заданы следующие входные параметры:

- характеристики волны и места лова (рис. 3);
- геометрические характеристики сети: длина оттяжек и поводцов – 20 м, шаг ячеи – 150 мм, длина сети – 40 м, высота сети – 6 м,
- силовые характеристики сети: удельный вес сети – 0.02 Н/м², плавучесть оснастки верхней подборы – 50 Н/м, вес в воде нижней подборы – 10 Н/м, вес якоря – 50000Н.

Результат моделирования компьютерной программы (геометрия сети в проекции с информацией о силовых характеристиках в цветовой системе HSB) показан на рис. 1; выходные характеристики и профиль волны показаны на рис. 3.

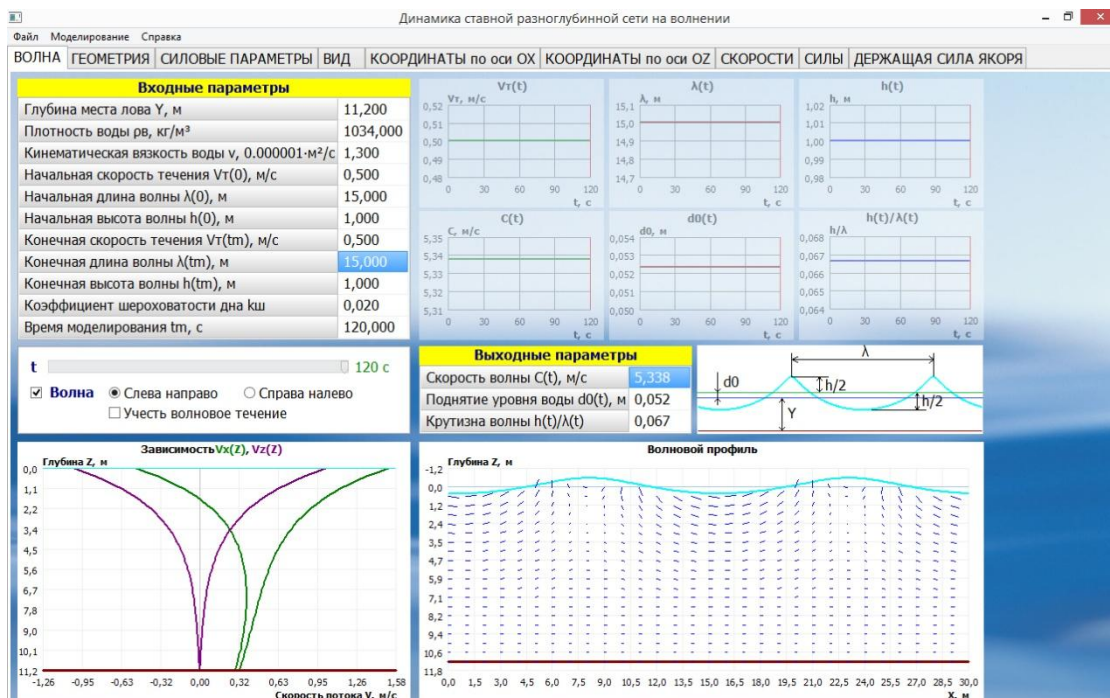


Рис. 3. Характеристики волны

Предложенная математическая модель позволяет определить его силовые и пространственно-временные характеристики ставной разноглубинной сети на волнении при неравномерном течении по ее известным параметрам, полученным по результатам расчета основных параметров. По разработанному методу расчета была создана компьютерная программа моделирования ставной разноглубинной сети на волнении при неравномерном течении.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ №15-08-00464-а «Математическое, физическое и имитационное моделирование сетных орудий рыболовства и аквакультуры».

Литература

1. *Литвиненко А.И.* Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: Справочник. Орудия промышленного рыболовства Сибири и Урала / А.И. Литвиненко. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2003а. – Т. 2. – 186 с.
2. *Литвиненко А.И.* Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: Справочник. Орудия промышленного рыболовства южных районов Европейской части России / А.И. Литвиненко. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2003б. – Т. 3. – 248 с.
3. *Литвиненко А.И.* Орудия промышленного рыболовства внутренних водоемов России: Справочник. Орудия промышленного рыболовства центрального, северного и северо-западного районов Европейской части России / А.И. Литвиненко. – Тюмень: ГОСРЫБЦЕНТР, 2004. – Т. 4. – 242 с.
4. *Недоступ А.А., Ражев А.О.* Моделирование динамических характеристик ставной сети. Рыбное хозяйство. – № 2. – 2013. – С. 97–99.
5. *Ламб Г.* Гидродинамика, пер. с англ. – М.; Л., 1947. – 929 с.
6. *Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О.* Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сб. тр. V междунар. науч.-практ. конф. «Инженерные системы - 2012». – М.: РУДН. 2012. – С. 27–31.
7. *Недоступ А.А.* Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Моногр. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 280 с.
8. *Недоступ А.А., Наумов В.А., Ражев А.О., Бельх А.В.* Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч. I: Моногр. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 253 с.
9. *Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О.* Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сб. тр. V междунар. науч.-практ. конф. «Инженерные системы – 2012». – М.: РУДН, 2012. – С. 27–31.
10. *Розенштейн М.М.* Проектирование орудий рыболовства / М.М. Розенштейн. – М.: Колос, 2009. – 394 с.
11. *Безруков Ю.Ф.* Колебания уровня и волны в Мировом океане: Учеб. пособие. – Симферополь: Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 2001. – 50 с.
12. *Судольский А.С.* Динамические явления в водоемах: Моногр. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 263 с.
13. *Чеботарев А.И.* Общая гидрология (воды суши): Учеб. пособие. – 2-е изд. – Л.: Гидрометеоздат, 1975. – 530 с.

УДК 639.2/.3(470+571)

Осипов Е.В.

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
г. Владивосток, 690087
e-mail: oev@mail.ru*

ВЕКТОР УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ В РОССИИ

В работе рассматривается ситуация в рыбохозяйственной отрасли России на основе достаточно общей теории управления. Формируется вектор управления рыбохозяйственной отраслью, позволяющий в современных условиях, с учетом глобализации, обеспечить население потребностями в рыбной продукции на основе человеческой нравственности.

Ключевые слова: вектор управления, развитие рыбохозяйственной отрасли, потребности в рыбной продукции.

Osipov E.V.

*Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690087
e-mail: oev@mail.ru*

VECTOR CONTROL OF FISHERIES INDUSTRY IN RUSSIA

The paper deals with the situation in the fisheries industry in Russia on the basis of a sufficiently general theory of management. Formed vector control allows fishing industry in the present conditions, in the context of globalization, to provide the population needs for fishery products on the basis of human morality.

Key words: vector control, development of fishing industry, fish production needs.

Нам нужны качественно иные подходы. Речь должна идти о принципиально новых природоподобных технологиях, которые не наносят урон окружающему миру, а существуют с ним в гармонии.

*В.В. Путин. Речь на генеральной ассамблее ООН
28.09.2015 г.*

Управление в рыбном хозяйстве напрямую должна быть связана с экологией и в зависимости от существующих методологических подходов, хозяйственная деятельность является надсистемой экологии или является ее частью. В обоих случаях возникают задачи управления в достаточно широком представлении. Поэтому целью данной работы это определение вектора целей управления и выявление текущего состояния системы. В работах [1, 2] проведены исследования состояния системы управления рыболовства РФ с позиции достаточно общей теории управления (ДОТУ) [3], что позволило определить следующие тезисные выводы (на рис. 1 показана схема функционирования рыбохозяйственной отрасли РФ):

- 1а) вопросы экологии и возобновляемости биоресурсов исключены из управления;
- 2а) социальные вопросы в обществе поддерживаются за счет информации по оглашению, а фактически рынок рыбопродукции игнорирует социальные потребности населения;
- 3а) выловленная продукция России направляется на поддержание ресурсоустойчивости других стран.

Работы [1, 2] были опубликованы до заседания президиума Госсовета (19 октября 2015 г.) по вопросам развития рыбохозяйственного комплекса, где В.В. Путиным был сделан доклад по развитию рыбной отрасли РФ [4]. Поскольку доклад имеет свою внутреннюю логику, обусловленную концептуальным характером, поэтому для понимания видения концепции текст доклада сгруппируем по тематикам:

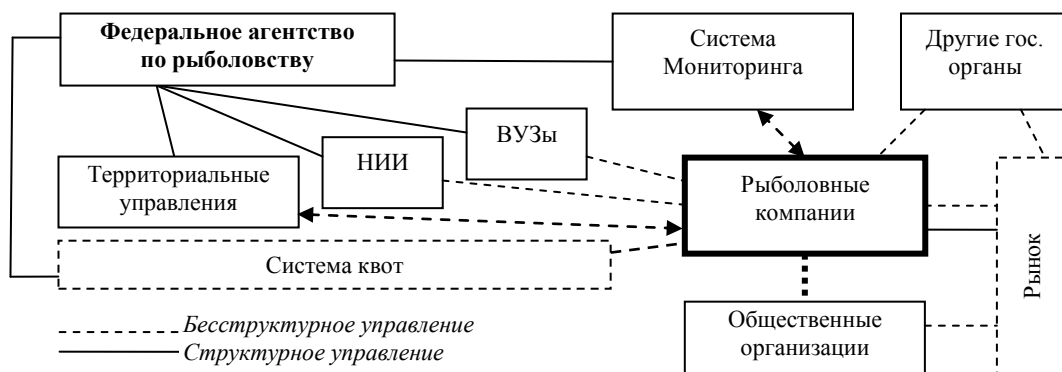


Рис. 1. Обобщенная схема функционирования рыбохозяйственной отрасли РФ

1) Информация социального характера – [4]: «Отмечу также, что **основной объём выловленной рыбы поставляется на экспорт в мороженом виде**, с низкой степенью переработки.», «**бизнес заточен на получение прибыли и работает там, где ему выгодно**. Однако ни нашу страну, ни её граждан абсолютно не устраивает, когда ассортимент и цены рыбы на внутреннем рынке определяются зарубежными поставщиками и ритейлерами, когда в рыбной отрасли **расплодилось разного рода рантье, использующие наши биоресурсы**, и когда почти **70 процентов доходов рыбодобывающих предприятий основано на экспорте сырья**.», «В результате рыбопромышленный сектор, безусловно, набрал солидный вес. Но проблема в том, что эти **достижения мало повлияли на укрепление продовольственной безопасности страны, развитие прибрежных территорий и смежных отраслей экономики**.», «Проблема обновления флота стояла также остро и восемь лет назад, **когда законодательно был закреплён исторический принцип распределения квот**. И было много разговоров, что этот подход станет стимулом для активного участия рыбопромышленников в строительстве новых траулеров. **Но эти надежды не оправдались**.», «Сегодня же мы значительно отстаем по всем этим позициям от наших конкурентов. **Так, уровень прибрежного рыболовства снизился за последние пять лет на 10 процентов**.»;

2) Информация фактологического характера – [4]: «**Износ отечественных судов приближается к критическим 90 процентам**, они не только экономически неэффективны, но и небезопасны для самих рыбаков.», «И вопрос, что будем делать дальше, на каких судах будем вылавливать рыбу через пять, десять лет, остро стоит.», «**Очевидно, что мы просто обязаны сами строить свои современные высокотехнологичные траулеры**. Ряд крупных рыбопромышленных компаний уже выразили готовность подключиться к решению этой задачи. Российские верфи ждут заказов от рыбаков.»

3) Информация как функция управления – [4]: «Рабочая группа Госсовета подготовила предложения, которые мы сегодня должны будем обсудить. Их основной смысл – стимулирование инвестиционной активности рыбодобывчиков и переработчиков путём **выделения под их расходы определённой доли квот на вылов**. Такое решение давно назрело, и подчеркну, что квоты в обмен на инвестиции будут работать не только на развитие смежных отраслей, на наполнение рыбой внутреннего рынка, но и в интересах самих рыбопромышленников. В конечном счёте эти вложения повлияют и на дальнейшее развитие их производств.»

Ответ на 1 и 2-ю группу тематик вопросов дано в работе [1]: «Система квот не стимулирует предприятия к обновлению флота, поскольку отсутствует реальная конкуренция между ними. Частный вектор управления не направлен на развитие машиностроения в области рыболовства, новых технологий добычи и переработки.». При введении существующей системы квот, был пример исторического закрепления квот в Исландии, где также большая часть рыбаков продала суда и сдаёт в аренду квоты (рантье). Важным выводом в докладе В.В. Путина, является ключевая фраза – [4]: «**Но эти надежды не оправдались**.» (это позволяет более четко понять, что устраивает и что требуется изменить в отрасли), однако в 3-ей группе тематике вопросов озвучены предложения рабочей группы Госсовета, которая на поставленный ключевой вопрос предложила, по сути, существующую систему, на которую опять нужно надеяться. Такая ситуация – это хорошо или плохо? – Это хорошо, почему:

1б) Существующая система квот будет доведена до абсурда (участники процесса ощутят важность изменения этой системы);

2б) Цикл интенсификации потребления со времени СССР приходит логический технологический конец;

3б) Для части участников этого процесса возникнет поиск новой концепции развития рыболовства.

Все это вызов для всех участников процесса, связанного с четким пониманием развития отрасли, однако остановимся на некоторых моментах:

1. Само построение нового высокотехнологичного флота потребует в существующей системе распределения квот выделять значительные биологические ресурсы или изымать их у других предприятий.

2. Смогут рыбаки выделить значительные ресурсы на постройку флота? Большинство рыбаков фактически располагают очень скромными ресурсами, привлечение финансовых средств из бюджета в современной экономической ситуации затруднительно. Банковская система России с высокими процентными ставками малопривлекательна, и не конкурентная по сравнению с иностранным капиталом, куда сейчас направлена большая часть рыбной продукции. Поэтому предприятиям придется сохранять на неопределенный срок свою экспортную направленность, чтобы обеспечить постройку новых судов, однако это противоречит задачам по насыщению отечественного рынка. Поэтому выиграют те компании, которые найдут возможности государственной поддержки, как будет устроена эта система, в дальнейшем скажется на бизнес процессах в отрасли. Поскольку из отрасли могут выбыть большая часть компаний или пройдет их поглощение, а сохранение существующей системы квот ускорит этот процесс (как начало процесса высказано В.В. Путиным в 3-й группе тематике вопросов [4]: «стимулирование инвестиционной активности рыбодобытчиков и переработчиков путём выделения под их расходы доли квот на вылов»).

Надо отметить, что создание таких объединений имеет ряд положительных факторов, и позволит создать адекватную развитию России систему управления рыболовством, с реальной информацией по вылову, производству и экспорту – что даст возможность управлять развитием отрасли и учитывать потребности бюджета государства и решить вопросы первой группы доклада (как завершения процесса высказано В.В. Путиным в 3-ей группе тематике вопросов [4]: «квоты в обмен на инвестиции будут работать не только на развитие смежных отраслей, на наполнение рыбой внутреннего рынка, но и в интересах самих рыбопромышленников»). Это все социальные вопросы общества, какова их реальная роль в управлении рыболовством в России? Как известно потребности населения и каждого индивидуума зависти от его нравственности, которая определяется им самостоятельно или под воздействием других факторов. Конечно, есть различные исследования, сколько надо потреблять индивиду в сутки белка, углеводов, различных аминокислот и т.д. В большинстве случаев все это укладывается в общую мировую политику подачи этих данных с учетом глобального развития всего населения земли. Однако поставленный В.В. Путиным и приведенный в эпиграфе вопрос, показывает, что Россия участвует в процессе глобализации, но цели ее и задачи отличны (основаны на других принципах) от других стран.

Вовремя противостояния СССР и США развитие шло в рамках неограниченного потребления ресурсов на это было направлено и отечественное рыболовство, связанное с интенсификацией и обеспечением максимального вылова, который был, достигнут в 1991 году (см. пункт 2б). Как показывает современная ситуация в США и с ним весь Запад, а также Восток (Китай, Япония, Корея и т.д.) продолжают развиваться в данном ключе (см. пункт 3а).

Поэтому состояние рыбной отрасли с учетом условий глобализации, дает возможность России, выбрать отличную концепцию развития рыболовства в соответствии с человеческой нравственностью, направленную на удовлетворение потребностей каждого человека в России в рыбной продукции, что позволит реализовать природоподобные технологии.

Литература

1. *Осинов Е.В.* Мнение по статье В.М. Борисова «об «устойчивом» рыболовстве и «управлении» морскими рыбопромысловыми запасами (на примере трески Баренцева моря)» и взгляде В.П. Шунтова на статью // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 6. – С. 62.

2. *Осинов Е.В.* Вопросы управления в рыбном хозяйстве// Программа и материалы Научной конференции, посвященной памяти академика В.Л. Касьянова, ИБМ ДВО РАН. – Владивосток, 2015. – С. 37–39.

3. Достаточно общая теория управления / Санкт-Петербургский гос. ун-т. – 2003. – 419 с.

4. Заседание президиума Госсовета по вопросам развития рыбохозяйственного комплекса [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/50524> (дата обращения: 12.02.2016)

УДК 597.552.51(282.257.41)

А.А. Полин, А.Н. Пашков

*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»,
Краснодар, 350040
e-mail: pollverfall@mail.ru*

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ОСНОВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОРБУШИ (*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*) ИЗ ДВУХ РЕК ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

В работе представлены результаты сравнительного анализа основных биологических показателей (длина по Смиуту, масса тела, коэффициенты упитанности, коэффициент зрелости, гонадо-соматический индекс) производителей горбуши из двух соседних рек Западной Камчатки – Большая Воровская и Колпакова. Установлено отсутствие статистически достоверных отличий между этими группами рыб по средним значениям всех указанных признаков, что позволяет подтвердить выдвинутое ранее предположение об их принадлежности к единой популяции.

Ключевые слова: горбуша, производители, длина по Смиуту, масса тела, коэффициент упитанности, коэффициент зрелости, гонадо-соматический индекс.

A.A. Polin, A.N. Pashkov

*Kuban State University,
Krasnodar, 350040
e-mail: pollverfall@mail.ru*

COMPARATIVE ANALYSIS RESULTS OF BASIC BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PINK SALMON (*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*) SPAWNERS FROM TWO RIVERS OF WESTERN KAMCHATKA

This article presents the results of the comparative analysis of the basic biological parameters of pink salmon spawners from two neighboring rivers of western Kamchatka. These rivers are the Bolshaya Vorovskaya and the Kolpakova. Statistically significant differences between these groups of fish on the average of all of these features are absent. This fact can confirm the suggestion put forward earlier that they belong to a single population.

Key words: pink salmon, spawners, median length, body weight, condition factor, maturity factor, gonado-somatic index.

Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum, 1792) – эпипелагический арктическо-бореальный вид, самый многочисленный представитель рода тихоокеанские лососи [1]. Изучению различных сторон её биологии посвящено множество работ. При этом в последние годы акцент в изучении горбуши всё больше переносится с исследований общебиологических особенностей вида на популяционный и внутривидовой уровень. Как указывают в одной из своих работ А.Н. Макоедов и О.Н. Кожемяко [2], у тихоокеанских лососей именно популяция, как наиболее мелкая самовоспроизводящаяся группировка вида, должна быть объектом изучения, сохранения и хозяйственного использования.

У проходных лососевых рыб, воспроизводящихся в близко расположенных обособленных пресных водоёмах, часто наблюдается синхронность динамики численности подходов производителей из моря к устьям, а также их сходство по ряду популяционных характеристик [3, 4]. Предполагают, что такие соседствующие локальные стада могут являться компонентами структур более высокого иерархического уровня – т. н. популяционных систем [2].

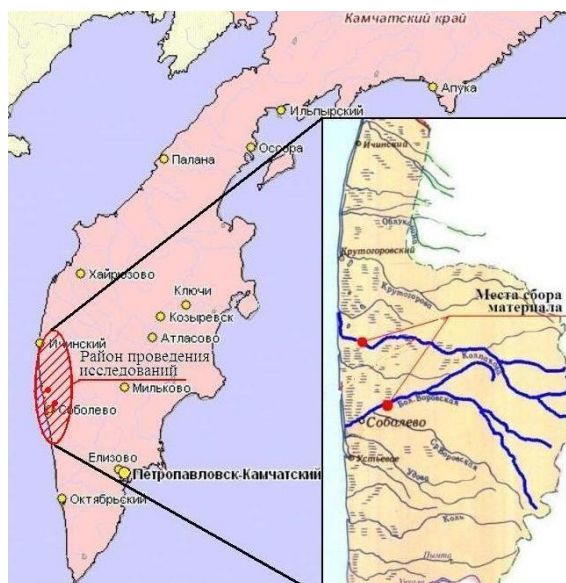
Объектом данного исследования являлись производители горбуши из двух западнокамчатских рек – Большой Воровской и Колпакова, устья которых находятся на расстоянии около 40 км друг от друга (рис.).

Ранее нами было показано [5], что хотя комплекс пластических признаков позволяет с достаточно высокой степенью точности разделить производителей горбуши из двух указанных водотоков, в каждом из них присутствуют особи с комплексом признаков морфотипа, характерным для соседней реки. При этом низкий уровень отличий производителей горбуши из рек Большая Воровская и Колпакова по средним значениям пластических признаков позволяет предположить, что они принадлежат к единой популяции [6].

Целью настоящего исследования являлось сравнительное изучение основных биологических характеристик производителей горбуши из рек Большой Воровской и Колпакова.

Производителей отлавливали после захода в реки с помощью закидного невода. Места сбора материала показаны на рисунке. Всех рыб исследовали по стандартным методикам биологического анализа. Всего было изучено 133 рыбы, в т.ч. 68 экз. из р. Колпакова (35 самцов и 33 самки) и 65 экз. из р. Большая Воровская (37 самцов и 28 самок). Полученные данные были обработаны с помощью стандартных методов вариационной статистики [7].

Величины основных линейно-массовых показателей производителей горбуши из двух рек (с учётом их половой принадлежности) приведены в табл. 1. Их сравнение с помощью t-критерия Стьюдента показало, что ни средняя длина, ни средняя масса самцов и самок из изученных водотоков не имели статистически достоверных отличий (табл. 2).



Карта-схема расположения рек и мест сбора материала

Таблица 1

Основные линейно-массовые показатели нерестовых стад горбуши из двух рек

Река	Пол	N, экз.	Показатель			
			Длина по Смиуту, см		Масса тела, г	
			$\bar{x} \pm m_x$	min – max	$\bar{x} \pm m_x$	min – max
Колпакова	самцы	35	53,1 ± 0,90	39,4–61,5	1656 ± 92,2	724–2866
	самки	33	50,7 ± 0,54	43,9–57,1	1293 ± 45,9	897–1842
Большая Воровская	самцы	37	55,2 ± 0,83	46,2–64,7	1846 ± 88,9	931–2943
	самки	28	51,2 ± 0,44	46,7–56,6	1310 ± 36,1	860–1634

Таблица 2

Результаты сравнения средних значений основных биологических показателей производителей горбуши из двух рек с помощью t-критерия Стьюдента

Показатель	Группа	Объём выборки, экз.	Критерий Стьюдента	
			фактический	стандартный*
Длина по Смиуту	самцы	72	1,27	1,99
	самки	61	1,28	2,00
Масса тела	самцы	72	0,01	1,99
	самки	61	0,01	2,00
Коэффициент упитанности по Фультону	самцы	72	0,42	1,99
	самки	61	0,00	2,00
Коэффициент упитанности по Кларк	самцы	72	1,56	1,99
	самки	61	1,56	2,00

Показатель	Группа	Объём выборки, экз.	Критерий Стьюдента	
			фактический	стандартный*
Коэффициент зрелости	самцы	72	1,90	1,99
	самки	61	1,65	2,00
ГСИ	самцы	72	1,53	1,99
	самки	61	1,61	2,00

* для уровня значимости $\alpha = 0,05$.

Сравнительный анализ размерной структуры нерестовых стад двух рек показал, что она несколько сильнее различалась у самцов, а у самок отличия были менее выраженными.

Так, среди самцов горбуши р. Колпакова чётко выраженного доминирования какого-либо размерного класса не наблюдалось. Наиболее многочисленными были особи длиной 54–58 см – 25,7%. Еще три группы (50–54, 46–50 и 58–62 см) были лишь немногим менее многочисленны – 22,9, 20,0 и 20,0% соответственно. В р. Большой Воровской количественно преобладали рыбы длиной 58–62 см – 35,1 %. Также достаточно многочисленными были самцы длиной 54–58 см (24,3%) и 46–50 см (21,6%).

Среди самок в обоих водотоках доминировали рыбы длиной 50–52 см. Их относительная численность в р. Колпакова составила 33,4%, а в р. Большой Воровской – 39,3%. Субдоминирующими размерными группами в р. Колпакова оказались самки длиной 48–50 см – 21,3%, в р. Большой Воровской – 52–54 см – 21,4%.

Помимо сравнения линейно-массовых характеристик производителей из двух рек, был проведён анализ их упитанности (табл. 3). Очевидно, что средние величины коэффициентов упитанности рыб одного пола, но из разных рек, практически не отличались. Их сравнение с помощью t-критерия Стьюдента показало, что имеющаяся между ними разница статистически недостоверна ни у самцов, ни у самок (табл. 2).

Таблица 3

Коэффициенты упитанности производителей горбуши из двух рек

Река	Пол	N, экз.	Коэффициент упитанности, %			
			по Фультону		по Кларк	
			$\bar{x} \pm m_x$	min – max	$\bar{x} \pm m_x$	min – max
Колпакова	самцы	35	1,22 ± 0,017	1,04–1,43	0,10 ± 0,004	0,05–0,14
	самки	33	1,18 ± 0,012	1,05–1,32	0,14 ± 0,004	0,08–0,18
Большая Воровская	самцы	37	1,21 ± 0,017	0,93–1,38	0,09 ± 0,005	0,04–0,14
	самки	28	1,18 ± 0,018	1,00–1,41	0,15 ± 0,005	0,09–0,19

Этот факт свидетельствует о том, что производители горбуши, зашедшие на нерест в реки Колпакова и Большая Воровская, в морской период жизни находятся в одном районе нагула. Данный вывод согласуется и с результатами других исследований западнокамчатской горбуши, согласно которым представители вида, размножающиеся в разных реках охотоморского побережья Камчатки, нагуливаются в одном и том же камчатско-курильском океаническом районе [8].

Зашедшие в реки на нерест рыбы находились на III, III–IV или IV стадиях зрелости гонад. Отсутствие «текучих» (V стадия зрелости) особей объясняется отловом производителей в нижнем течении рек (их созревание происходит при подходе к нерестилищам, находящимся в верхних участках водотоков).

Величины коэффициентов зрелости и гонадо-соматических индексов (далее – ГСИ) производителей горбуши, отловленных в изученных реках, приведены в табл. 4. Сравнение их средних значений в разных реках с учётом половой принадлежности рыб показало, что имеющиеся между ними отличия статистически недостоверны (табл. 2).

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что статистически значимые отличия по средним значениям всех сравниваемых биологических характеристик (длина по Смиту, масса тела, коэффициенты упитанности, коэффициент зрелости, ГСИ) у производителей горбуши из рек Колпакова и Большая Воровская отсутствуют.

Таблица 4

Коэффициенты зрелости и ГСИ производителей горбуши из двух рек

Река	Пол	N, экз.	Показатель, %			
			коэффициент зрелости		ГСИ	
			$\bar{x} \pm m_x$	min – max	$\bar{x} \pm m_x$	min – max
Колпакова	самцы	35	8,4 ± 0,25	4,4–11,0	9,5 ± 0,31	4,8–12,9
	самки	33	11,7 ± 0,37	6,8–15,3	14,2 ± 0,48	8,1–18,9
Большая Воровская	самцы	37	7,6 ± 0,34	3,1–11,8	8,7 ± 0,42	3,4–14,3
	самки	28	12,7 ± 0,48	7,7–16,6	15,5 ± 0,65	8,9–21,1

Эти результаты позволяют подтвердить сделанное нами ранее [6] предположение об их принадлежности к единой популяции.

Литература

1. Атлас пресноводных рыб России: в 2-х т. / Под ред. Ю. С. Решетникова. – Т. 1. – М., 2003. – 378 с.
2. *Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н.* Основы рыбохозяйственной политики России. – М.: Нац. рыб. ресурсы, 2007. – 477 с.
3. *Шевляков Е.А.* Управление ресурсами тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus* в Камчатском регионе с учётом специфики многовидового промысла // Вопросы рыболовства. – 2006. – Т. 7. – № 1 (25). – С. 22-41.
4. *Макоедов А.Н.* Кариология, биохимическая генетика и популяционная фенетика лососевидных рыб Сибири и Дальнего Востока: сравнительный аспект. – М.: Психология, 1999. – 291 с.
5. *Полин А.А., Пашков А.Н.* Сравнительный анализ пластических признаков нерестовых стад горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) из двух рек Западной Камчатки // Современные вопросы экологического мониторинга водных и наземных экосистем: Материалы Междунар. науч. конф. молодых учёных (26–29 октября 2015 г.). – Ростов-н/Д.: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. – С. 201–206.
6. *Полин А.А., Пашков А.Н.* Сравнительный анализ производителей горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum, 1792) из двух рек Западной Камчатки по пластическим признакам // Вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов: Материалы Междунар. науч. конф. (27 ноября 2015 г.). – Ростов-н/Д.: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. – С. 264–268.
7. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высш. школа, 1990. – 352 с.
8. *Фадеев Н.С.* Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2005. – 365 с.

УДК 595.383.3(265.54.04)

Л.Г. Седова, Л.Л. Будникова, Г.Г. Шевченко

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),

Владивосток, 690091

e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru

**РАЗМЕРНО-ПОЛОВОЙ СОСТАВ СКОПЛЕНИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
NEOMYSIS MIRABILIS (CRUSTACEA: MYSIDACEA) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО
(ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Изучена динамика размерного и полового состава популяции мизид *Neomysis mirabilis* в летний период 2014 и 2015 гг. Размеры *Neomysis mirabilis* в июне-июле варьировали от 2,7 до 22,8 мм, зависимость массы особей от линейных размеров аппроксимирована степенным уравнением.

Ключевые слова: мизиды, *Neomysis mirabilis*, размерная структура, половая структура, соотношение длины и массы тела, залив Петра Великого, Японское море.

L.G. Sedova, L. L. Budnikova, G.G. Shevchenko

Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),

Vladivostok, 690091

e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru

**SIZE-SEX COMPOSITION AND BIOLOGICAL FEATURES
OF *NEOMYSIS MIRABILIS* (CRUSTACEA: MYSIDACEA)
(THE PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

The dynamics of size and sex composition of mysid *Neomysis mirabilis* population in the summer of 2014 and 2015 was studied. Size of *N. mirabilis* was 2.7 to 22.8 mm in June-July. We approximated the relationship between the species size and the body mass by a power equation.

Key words: mysids, *Neomysis mirabilis*, length frequency, sex composition, relationship between the species size and the body mass, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

Мизиды – высшие ракообразные надотряда Peracarida, широко распространенные в мировом океане. В прибрежье Японского моря на глубинах до 10 м известно всего 12 видов [1]. Эти рачки входят в рацион многих рыб [2, 3], а также могут употребляться в пищу человеком и поэтому являются перспективным для промысла объектом.

Цель работы – определение видового и размерно-полового состава скоплений мизид в заливе Петра Великого, изучение биологии видов.

Научно-исследовательские работы по определению видового и размерного состава мизид проводили в Амурском заливе и акваториях островов Рейнеке, Попова и Русский залива Петра Великого. Лов мизид осуществляли в береговой полосе на глубине 0,5–2 м планктонными сачками диаметром 50 и глубиной 70 см, сшитыми из газа № 1. Длину тела мизид измеряли от начала рострума до основания тельсона при помощи окуляр-микрометра под биноклем с точностью до 0,1 мм. Экземпляры, зафиксированные в 75%-ном растворе этилового спирта и просушенные на фильтровальной бумаге, взвешивали на торсионных весах с точностью до 1 мг. Половую принадлежность выясняли по строению 4-й пары плеоподов и наличию (или отсутствию) марсупиальной (выводковой) сумки.

Было выявлено три вида мизид: *Neomysis awatschensis*, *N. mirabilis* и *Paracanthomysis shikhotaniensis*. Данная работа посвящена виду *Neomysis mirabilis*, который в исследованных районах был отмечен повсеместно. Сборы проб для изучения размерно-полового состава осуществлялись в северной части Амурского залива и акватории о. Рейнеке (рис. 1).

В северной части Амурского залива на акваториях от мыса Угольный до мыса Речной и в районе поселка Девятый Вал (рис. 1) *N. mirabilis* образовывал плотные промысловые скопления совместно с *N. awatschensis* в июне-июле. В районе о. Рейнеке *N. mirabilis* встречался с середины мая до начала октября, однако наибольшую биомассу создавал только до первой половины июня, но даже в это время промысловых скоплений не образовывал. Мизиды держались в толще воды стайками (рис. 2).

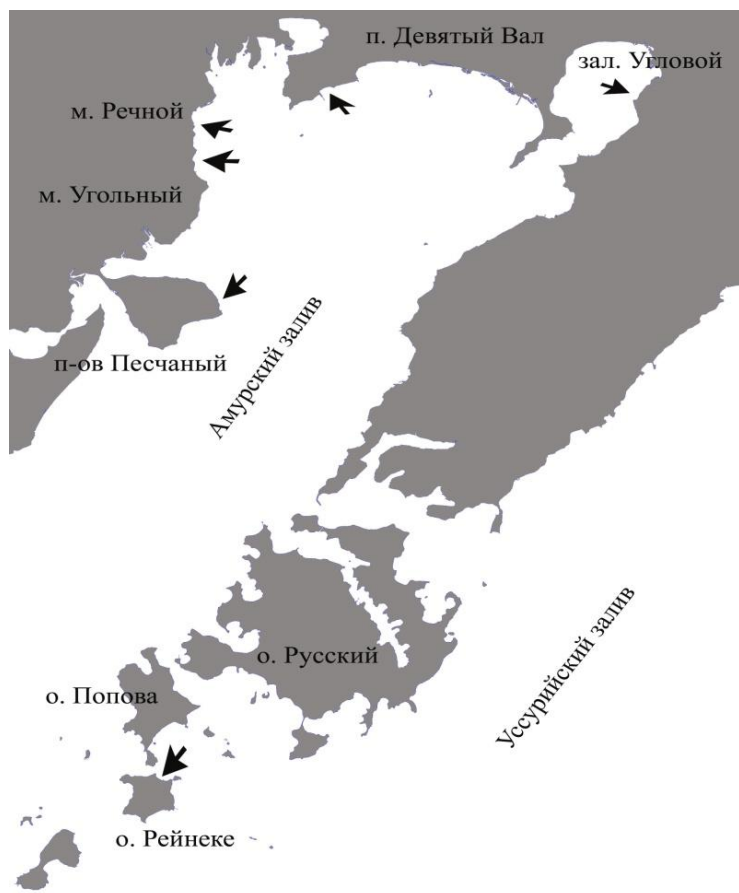


Рис. 1. Районы сбора мизид в заливе Петра Великого



Рис. 2. *N. mirabilis* в толще воды, район о. Рейнеке

В Амурском заливе в 2015 г. длина тела особей *N. mirabilis* варьировала в пределах 3,0–22,8 мм (среднее значение – $8,5 \pm 0,1$ мм), масса – от 0,001 до 0,118 г (средняя масса – $0,010 \pm 0,0001$ г). В выборке ($n = 765$ экз.) преобладали особи с длиной тела 4,5–5,0 мм (15,7%) и 7,5–8,0 мм (рис. 3, А). Преобладали самки и молодь (рис. 3, Б). В 2014 г. *N. mirabilis* в данном районе не был обнаружен.

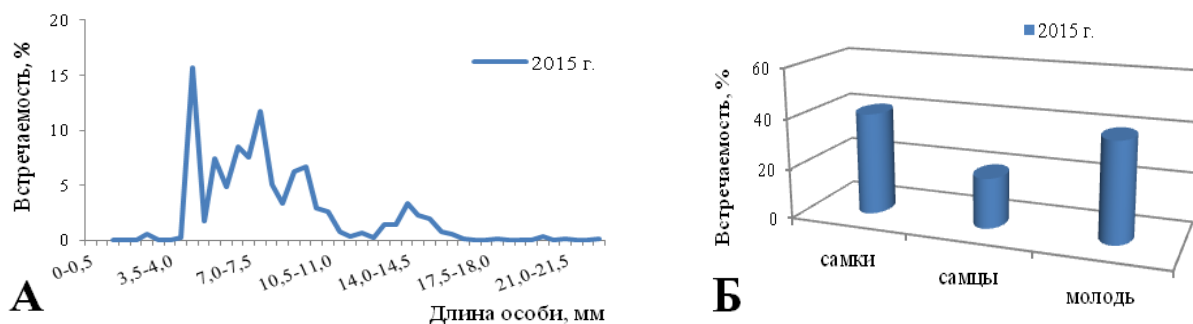


Рис. 3. Состав скопления *N. mirabilis* в Амурском заливе в 2015 г.

В 2015 г. на акватории о. Рейнеке длина тела *N. mirabilis* варьировала в пределах 9,0–18,2 мм (среднее значение – $14,7 \pm 0,09$ мм), а масса – от 0,01 до 0,074 г (средняя масса – $0,039 \pm 0,001$ г). В выборке ($n = 355$ экз.) преобладали особи длиной 13,0–16,5 мм (78,9%) (рис. 4, А). В 2014 г. ($n = 236$ экз.) размах колебаний длины тела был несколько больше – от 8,5 до 20,0 мм (среднее

значение – $15,4 \pm 0,1$ мм), а масса – от 0,008 до 0,060 г (средняя масса – $0,036 \pm 0,001$ г). За все время наблюдений преобладали особи размером 14,0–16,5 мм (70,3%), в составе скоплений преобладали самки (88,5% в 2015 г., 71,2% в 2014 г.), молодежь практически отсутствовала (рис. 4, Б).

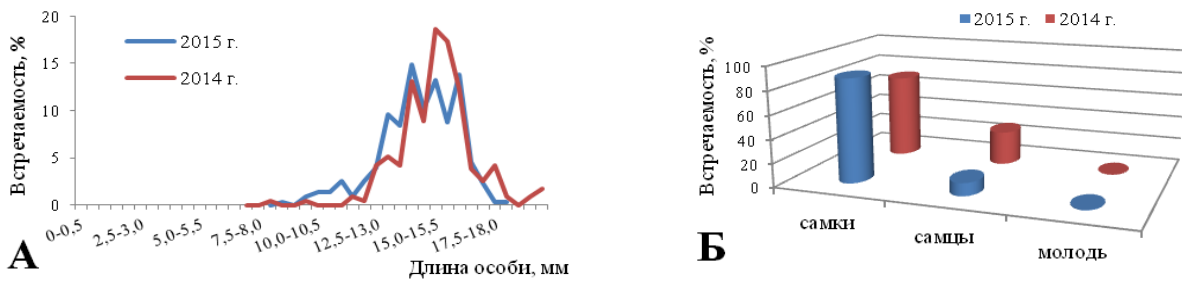


Рис. 4. Состав скопления *N. mirabilis* в акватории о. Рейнеке в 2014–2015 гг.

Были установлены зависимости между длиной тела (L , мм) и индивидуальной массой (W , г) особей (рис. 5, 6) и рассчитаны соответствующие уравнения, аппроксимированные степенными функциями [4]:

$$W = a L^b \text{ и } L = a W^b,$$

где a , b – константы уравнения.

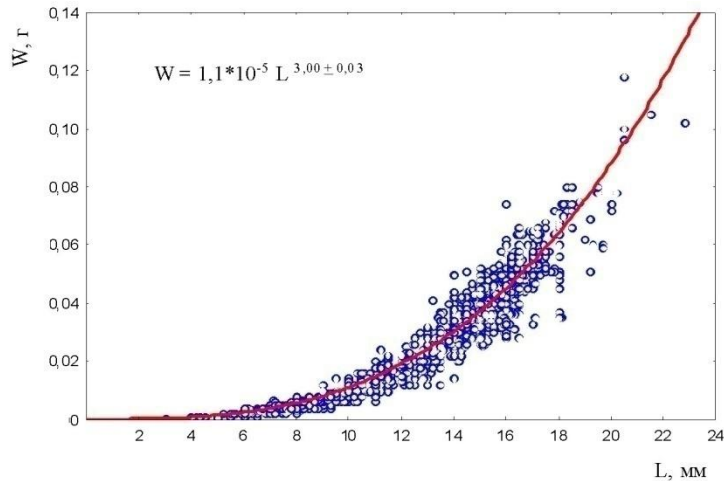


Рис. 5. Зависимость массы (W) от длины тела (L) у *N. mirabilis* (коэффициент корреляции, $r = 0,966$ при 0,95% уровне значимости)

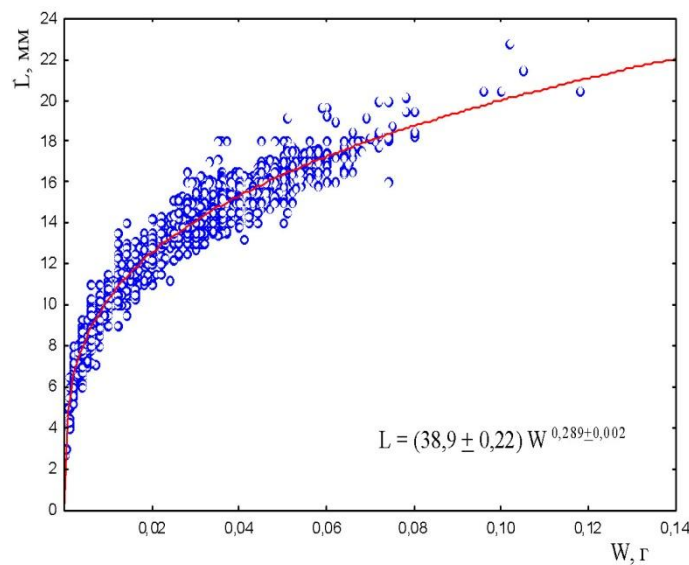


Рис. 6. Зависимость длины тела (L) от массы особи (W) у *N. mirabilis* ($r = 0,983$ при 0,95% уровне значимости)

Для этого было промерено и взвешено 1826 особей *N. mirabilis* с длиной тела от 2,7 до 22,8 мм, и массой от 0,0001 до 0,118 г.

Полученные соотношения длины и массы мизид можно использовать при расчетах общей биомассы скоплений, исходя из линейных размеров или инди-видуальной массы особей.

В заключение следует отметить, что *N. mirabilis* в заливе Петра Великого самый распространенный из прибрежных видов мизид. Образует плотные промысловые скопления совместно с *N. awatschensis* в июне-июле в северной части Амурского залива. Имеющиеся скопления в островной зоне залива Петра Великого не имеют промыслового значения.

Мизиды встречаются размером от 2,7 до 22,8 мм и массой от 0,0001 до 0,118 г. В составе скоплений в 2014 и 2015 гг. преобладали самки, молодь присутствовала в незначительных количествах.

Литература

1. *Петряшев В.В.* Отряд МИЗИДЫ – MYSIDACEA Воas, 1883 // Биота российских вод Японского моря. Т. I. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 55–96.
2. *Чучукало В.И.* Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях: Моногр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 483 с.
3. *Пуцина О.И.* Трофическая роль мизид в зал. Петра Великого (Японское море) // Тр. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». – Калининград, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2013. – С. 100–103.
4. *Алимов А.Ф.* Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.

УДК [595.384.12:591.342](265.51-16)"2010"

Н.А. Седова¹, С.С. Григорьев², П. Ю. Андронов³

¹*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;*

²*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Камчатский филиал,
Петропавловск-Камчатский 683000;*

³*Чукотский филиал ФГУП «ТИНРО-Центр»,
Анадырь 689000
e-mail: sedova67@bk.ru*

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИЧИНОК КРЕВЕТОК В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ В 2010 г.

В работе приведено пространственное распределение 15 видов креветок, пойманных в прибрежных водах Анадырского и Олюторско-Наваринского районов в июле-августе 2010 г. В планктонных пробах обнаружены личинки креветок из трех семейств: Pandalidae (3 вида), Hippolytidae (9 видов), Crangonidae (3 вида). Основные скопления личинок были отмечены в южной части Олюторско-Наваринского района между 61,5° и 62° с.ш. Чаще всего встречались представители рода *Eualus* (до 299 экземпляров в 1 пробе). Максимальное количество личинок креветок составило 547 экз. под 1 м² поверхности моря. Наибольшее количество личинок поймано над глубинами 20–85 м, где, вероятно, происходит их основное развитие.

Ключевые слова: личинки, креветки, стадия развития, распределение, численность, глубины, Берингово море.

N.A. Sedova¹, S.S. Grigiriev², P.Yu. Andronov³

¹*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;*

²*Kamchatka branch of Pacific Institute of Geography Far-Eastern Department
of Russian Academy of Sciences,
Petropavlovsk-Kamchatsky 683000;*

³*Chukotka branch of Pacific Research Fisheries Center (TINRO),
Anadyr 689000
e-mail: sedova67@bk.ru*

HORIZONTAL DISTRIBUTION OF SHRIMP LARVAE IN THE NORTHWESTERN BERING SEA IN 2010

In this paper larval stages of 15 species of shrimp and their distribution in coastal waters of the Anadyrsky and Oliutorsko-Navarin sky areas during July-August 2010 are described. In plankton samples there were found shrimp larvae of three families: Pandalidae (3 species), Hippolytidae (9 species), Crangonidae (3 species). Main concentrations of the larvae were observed in the southern part of Oliutorsko-Navarin sky area between 61.5 ° and 62 °N. The maximum abundance was 547 larvae under 1 m² of sea surface. Larvae of the genus *Eualus* were caught more often (up to 299 larvae per sample). Most larvae were caught over 20-85 m of bottom depth, where probably their main development occurs.

Keywords: larvae, shrimp, stage of development, distribution, abundance, bottom depths, the Bering Sea.

Данных о распределении личинок креветок в морях российского Дальнего Востока, и особенно в водах, прилегающих к Восточной Камчатке и Чукотке, очень мало. Имеются лишь отрывочные сведения о встречаемости десятиногих рачков в прикамчатских и чукотских водах

Берингова моря и северо-западной части Тихого океана [1–3]. Личинки многих видов креветок, особенно из семейства Hippolytidae, не описаны. Определителей по данной группе на русском языке не существует. В работах американских и канадских авторов [4–8], а также в работах Макарова и Иванова [9–12] имеются лишь описания отдельных стадий развития некоторых видов, обитающих в наших водах. До настоящего времени специальные исследования личинок креветок западной части Берингова моря не проводили. Сведения о распределении личинок креветок по акватории западно-берингоморского шельфа и их качественном составе отсутствуют.

Задачей настоящего исследования было изучение качественного и количественного состава личинок креветок в планктоне и особенностей их пространственного распределения на акватории берингоморского шельфа.

Планктонные пробы собраны на НИС РК МРТ "Бухоро" по программе чукотского отделения ТИНРО-центра в Олюторско-Наваринском и Анадырском районах с 12 июля по 23 августа 2010 г. За период рейса выполнялись притраловые планктонные ловы (обычно 2 лова) с одновременным использованием сетей ИКС-80 (ихтиопланктонная коническая сеть) с диаметром входного отверстия 80 см, шаг ячеей 0,5 мм, площадь входного отверстия ~0,5 м² и БСД (большой сети Джеди), обратноконической, с диаметром входного отверстия 37 см, шаг ячеей 0,2 мм, площадь входного отверстия ~ 0,1 м². Планктонными сетями выполняли вертикальный лов от дна до поверхности. Минимальная глубина лова – 9 м, максимальная – 109 м. Пробы фиксировали 4%-ным формалином. Данные по обеим сетям объединены. Всего было обработано 170 планктонных проб.

В имеющемся материале были обнаружены личинки 15 видов креветок из трех семейств: Pandalidae (3 вида), Hippolytidae (9 видов), Crangonidae (3 вида). Большую часть обнаруженных креветок можно отнести к шельфовым видам (*Pandalus goniurus* (Stimpson 1860), все Hippolytidae). Наименее представленная группа – декаподы материкового склона. К ним относятся *P. eous* (Makarov 1935) и *Neocrangon communis* Rathbun, 1899 [13]. Чаще всего встречались представители рода *Eualus*. Наибольшую численность (до 299 экземпляров в 1 пробе) имел *Eualus sp.2*, который отмечен на 36 станциях. Остальные виды были найдены в небольшом количестве – в основном не более 6 экз. на 1 станции.

Всего было поймано 1493 экземпляров личинок. В Олюторско-Наваринском районе они встречались чаще, чем в Анадырском (48,2% проб, взятых в этом районе). В Анадырском районе креветки были обнаружены только в 9% проб. Основную часть улова составляли гипполитиды (24,4% всех взятых проб). Пандалиды были обнаружены в 10,4% всех проб, крагониды – только в 3,7%. Некоторые виды были пойманы только в Олюторско-Наваринском районе. *Eualus gaimardi* (H. Milne-Edwards, 1837) был отмечен только в Анадырском районе. Личинки креветок были обнаружены над глубинами от 20 до 109 м. Максимальное количество было поймано на станциях с глубинами 22–84 м.

Семейство Pandalidae

Над глубинами 22–109 м были обнаружены единичные представители 3 видов из семейства Pandalidae. *P. tridens* Rathbun, 1902 поймана всего 1 личинка. Остальные виды попадались единично – не более 4 экземпляров на одной станции. В Олюторско-Наваринском районе пандалиды обнаружены в 23,2% проб, в Анадырском – всего в 1% проб. Большая часть личинок северной креветки (*P. eous*) была поймана на акватории Олюторско-Наваринского района – там этот вид присутствует в 10,7% проб, в Анадырском поймана всего 1 личинка. В пробах обнаружено по 1 экземпляру II, III, V, VI стадий. 5 экз. IV стадии развития пойманы над глубинами от 22 до 85 м сетью ИКС-80. Количественно преобладали личинки на IV стадии развития. В сеть Джеди личинки этого вида не попали ни на одной станции. Возможно, это связано с тем, что данная сеть хуже улавливает крупные организмы. Зона *P. eous* имеют хорошо развитые плеоподы и плавательные щетинки на максиллипедах, поэтому легко избегают сетей с малым диаметром входного отверстия. Почти все представители этого вида были пойманы над глубинами до 100 м, причем самые старшие личинки держались ближе к берегу, на станциях с глубинами 20 м. Над глубинами от 20 до 94 м были пойманы единичные представители *Pandalus goniurus*, находящиеся на II, IV–VI стадиях развития. В Олюторско-Наваринском районе углохвостая креветка была отмечена в 18% проб, в Анадырском – только в 3,8% проб. Пойман 1 экземпляр II стадии, 13 экз. IV стадии, 5 экз. V стадии и 2 экз. VI стадии развития. Преобладали личинки IV стадии. Младшие личинки держатся над глубинами до 94 м, старшие пойманы на станциях с глубиной 20–22 м.

Семейство Hippolytidae

Из семейства Hippolytidae в нашем материале обнаружены представители только 2 родов – *Eualus* и *Spirontocaris*. Три вида личинок, отнесенных к роду *Eualus*, до конца определить не удалось. Один из этих видов (*E. sp. 2.*) является массовым и регулярно встречается в планктонных пробах в Беринговом и Охотском морях в различные сезоны (Макаров, 1966; Седова, 2004). В российских водах Берингова моря водится 11 видов из этого рода, для многих из них описания личинок отсутствуют. Над различными глубинами отмечены личинки I–VII стадий. Представители данного семейства были обнаружены почти в половине проб из Олюторско-Наваринского района и в 9% проб Анадырского района. Всего было поймано 1444 экз., из них всего 24 – в Анадырском районе. Личинки были пойманы над глубинами свыше 20 м. Основная масса личинок отмечена над глубинами 22–84 м, максимальное количество – на одной из станций с глубиной 74 м. Наиболее многочисленными были младшие личинки *E. sp. 2* (I–IV зоа).

В пробах обнаружено 68 личинок *Eualus fabricii* (Kroyer): 11 экз. IV стадии, 31 экз. V стадии, 21 экз. VI стадии и 5 экз. декаподитной стадии. Глубины – от 22 до 88 м. Максимальное количество отмечено над глубиной 25 м. В Олюторско-Наваринском районе этот вид был обнаружен в 23,2% проб, в Анадырском – в 9% проб из данного района. Преобладающей была V стадия. Обычно в 1 пробе присутствовало не более 2 разных стадий (как правило, близких). Поймано также 3 личинки *Eualus gaimardii* (H. Milne-Edwards) VI стадии над глубинами 33–52 м только в Анадырском районе. *Eualus macilentus* (Kroyer) в Олюторско-Наваринском районе отмечен в 19,6% проб, в Анадырском – отсутствует. Были пойманы личинки только I стадии над глубинами от 36 до 101 м. Максимальное количество (49 экз.) отмечено на станции с глубиной 84 м. В Анадырском районе личинки данного вида не обнаружены.

Личинки *Eualus sp. 1* были малочисленными и встречались редко – всего в 5,2% всех проб. Над глубинами 22–78 м было поймано 3 экз. III стадии, 4 экз. IV стадии, 3 экз. V стадии и 1 экз. VI стадии зоа. В Анадырском районе была поймана всего 1 личинка V стадии. *Eualus sp. 2* – самый многочисленный вид креветок, регулярно встречающийся в планктонных пробах с весны по сентябрь. Ранее эти личинки были описаны Макаровым (1966) под условным обозначением *Eualus sp. A* для Охотского моря. Вид был отмечен почти в трети всех взятых проб, основная часть поймана в Олюторско-Наваринском районе – 1122 экз. – там они встречались в 53,6% всех станций. В Анадырском районе *E.sp. 2* обнаружен на 7 станциях, что составляет 9% проб из данного района. Личинки пойманы над глубинами от 20 до 109 м. Наибольшее количество отмечено на станциях с глубинами 74–84 м. Личинок I стадии было меньше всего – 6 экз., II стадии – 380 экз., III– 389, IV– 296, V– 55 экз. Поймана также 1 личинка, предположительно отнесенная нами к IX стадии. В большинстве случаев в 1 пробе можно было обнаружить личинок сразу нескольких стадий развития. *Eualus sp. 3* пойман на 2-х станциях с глубинами 24 и 64 м (4 личинки IV стадии только в Олюторско-Наваринском районе).

Spirontocaris phippsii (Kröyer, 1841) отмечен всего на 2 станциях Олюторско-Наваринского района и на 1 станции Анадырского района. Пойманы 6 личинок IV стадии над глубинами 52–88 м. *Spirontocaris intermedius* Макаров & Кобякова, 1936 встречался регулярно. В Олюторско-Наваринском районе представители этого вида были обнаружены в третьей части проб, в Анадырском – в 9% проб. Всего было поймано 3 экз. III стадии, 37 экз. IV ст., 56 экз. V ст. и 16 экз. VI стадии. Данный вид отмечен на станциях с глубинами 22–94 м, максимальное количество – над глубинами 24–25 м. Чаще встречались личинки на IV–V стадиях. На одной станции, как правило, обнаруживали сразу 2–3 близкие стадии. *Spirontocaris spinus* (Sowerby, 1805) встречался в 5,4% проб Олюторско-Наваринского района и всего на 1 станции в Анадырском районе. Поймано по 2 личинки I, II и IV стадии зоа. Глубина мест поимки – от 22 до 84 м.

Семейство Crangonidae

В имеющихся пробах присутствуют представители только 3 видов, из которых наиболее многочисленным был *Neocrangon communis*. Личинки из данного семейства были пойманы только на акватории Олюторско-Наваринского района над глубинами 64–94 м. *Mesocrangon intermedia* (Stimpson, 1860) и *Paracrangon schemata* Dana, 1852 отмечены всего на одной станции. По данным

Мясников [13], в районе исследования, кроме обнаруженных, обитает еще 7 видов шримсов. Почти все они (кроме *Crannog dally* Rat bun, 1902) проходят укороченное развитие, а поэтому уже к середине лета должны перейти к донному образу жизни [9].

Neocrangon communis встречался регулярно. Всего было поймано 13 экз. IV стадии и 3 экз. V стадии зоэа над глубинами 24–88 м. Максимальное количество личинок данного вида обнаружено на станции с глубиной 74 м. В Олюторско-Наваринском районе данный вид был отмечен в 12,5% проб. Пойманы всего 2 личинки *Mesocrangon intermedia* на IV стадии развития над глубиной 64 м и 1 личинка *Paracrangon echinata* IV стадии в самой южной точке района исследования на станции с глубиной 94 м.

Исследование показало, что в июле-августе 2010 г. в планктоне Олюторско-Наваринского района присутствовали личинки креветок, находящиеся на разных стадиях развития. В пробах были обнаружены только виды, проходящие нормальное (неукороченное) развитие. У трех видов (*P. goniurus*, *P. eous*, *Sp. intermedius*) отмечены почти все стадии, кроме I стадии, но чаще встречаются старшие личинки. Два вида представлены только самой младшей личинкой (*P. tridens*, *E. macilentus*). У половины видов – только старшие личинки (IV–VII зоэа). Виды, проходящие укороченное развитие, обнаружены не были. По всей видимости, их метаморфоз к этому времени уже завершился. Самый массовый вид – *Eualus sp.2* – представлен, главным образом, младшими личинками (II–IV зоэа). В этом районе креветки были обнаружены в половине имеющихся проб, на некоторых станциях – в большом количестве. Максимальное количество личинок креветок на 1 м² составило 547 экз.

В Анадырском районе были пойманы только старшие личинки (IV–VII зоэа). Креветки отмечены в 9% всех планктонных проб. Крангониды в данном районе отсутствовали. Не обнаружены также *P. tridens*, *E. macilentus* и *Eualus sp.3*. Зато *Eualus. gaimardii* был пойман только в этом районе. Количество личинок креветок на одной станции не превышало 5 экз.

Таким образом, у большинства видов креветок нерест закончился в конце июня – начале июля. У основной части креветок метаморфоз к концу лета заканчивается. Лишь у некоторых видов размножение растянуто (в планктоне присутствуют почти все стадии одновременно). Развитие идет, преимущественно, над глубинами 20–85 м. Основные скопления личинок данной группы были отмечены в южной части Олюторско-Наваринского района между 61,5° и 62° с.ш.

Обнаруженные виды креветок находились на тех же стадиях развития, что и соответствующие виды в восточной части Охотского моря в этот же период времени [14]. Максимальные скопления личинок креветок над шельфом Западной Камчатки и в восточной части Берингова моря были близкими и в количественном отношении (примерно 500 экз./м²). Но в Охотском море в это время преобладали крангониды, а в Беринговом море – гипполитиды.

Закономерностей распределения личинок различных стадий по глубинам выявить не удалось. Замечено лишь, что самые последние стадии, близкие к оседанию, держатся на меньших глубинах (около 20 м).

Литература

1. Коваль М. В. К вопросу о распространении длинноклювого шримса (*Paracrangon echinata* Dana) в прикамчатских водах на основании встречаемости его личинок в планктоне // VIII Межд. конф. по раннему онтогенезу рыб и промысловых беспозвоночных: Тез. докл. – Калининград: изд. АтлантНИРО, 2010. – С. 51–52.
2. Куликова В.А., Корн О.М., Волвенко И.В., Калягина Е.Е., Колотухина Н.К. Меропланктон прибрежной зоны восточной Камчатки и Чукотки в летний период 1992 г. // Биология моря. – 1996. – Т. 22, № 6. – С. 346–351.
3. Куликова В. А., Солохина Е. В., Саматов А. Д. Меропланктон Авачинской губы (Камчатка) // Биология моря. – 2000. – Т. 26, № 1. – С. 3–10.
4. Squires, H. J. Larvae and megalopa of *Argis dentata* (Crustacea: Decapoda) from Ungava Bay // J. Fish. Res. Board. Can., –1965.–22: 69–82.
5. Squires, H. J. Decapod Crustacean Larvae from Ungava Bay // J. Northw. Atl. Fish. Sci. –1993.– Vol. 10. – 168 p.

6. Haynes, E. B. Description of larvae of the humpy shrimp, *Pandalus goniurus*, reared in situ in Kachemak bay, Alaska // Fish. Bull. – 1978. – V. 76. No 1: 235–248.
7. Haynes, E. B. Early zoeal stages of *Lebbeus polaris*, *Eualus suckleyi*, *E. fabricii*, *Spirontocaris arcuata*, *S. ochotensis*, and *Heptacarpus camtschaticus* (Crustacea, Decapoda, Caridea, Hippolytidae) and morphological characterization of zoeae of *Spirontocaris* and related genera // Fish. Bull., U.S., – 1981. – 79 (3): 421–440.
8. Haynes, E. B. Morphological development, identification, and biology of larvae of Pandalidae, Hippolytidae, and Crangonidae (Crustacea, Decapoda) of the northern north Pacific Ocean // Fish. Bull., U.S. – 1985. – V. 83: 501–521.
9. Макаров Р.Р. Личинки креветок, раков-отшельников и крабов западнокамчатского шельфа и их распределение. – М.: Изд-во «Наука», 1966. –164 с.
10. Иванов Б. Г. Описание первой личинки дальневосточной креветки *Pandalus goniurus*. // Зоол. ж. – 1965. – Т. 44, № 8. – С. 1255–1257.
11. Иванов Б. Г. Личинки некоторых дальневосточных креветок семейства Crangonidae (Crustacea, Decapoda) // Зоол. ж. –1968. – Т. 47, № 4. – С. 534–540.
12. Иванов Б. Г. Личинки некоторых дальневосточных креветок в связи с их систематическим положением // Зоол. ж. – 1971. – Т 40. – С. 657–665.
13. Мясников В. Г. Состав декапод в Олюторо-Наваринском районе Берингова моря и закономерности его пространственной изменчивости // Материалы всерос. конф. «Наука Северо-Востока России – начало века». – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2005. – С. 303–305.
14. Седова Н.А. Распределение личинок креветок в районе западнокамчатского шельфа в 1999 и 2001 гг. // Вопросы рыболовства. – 2004. – Т. 5, № 2(18). – С. 193–205.

УДК 574.587(262.5.04)"2014.322"

С.А. Сержанова¹, Н.П. Ремизова²

¹ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»,
г. Краснодар, 350040

e-mail: svetlana.serzhanova@yandex.ru

²Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр
в г. Новороссийске (филиал) ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»,

г. Новороссийск, 353905

e-mail: biozentr@yandex.ru

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ЧИСЛЕННОСТЬ МЕЙОБЕНТОСА ЗАРОСЛЕЙ МАКРОФИТОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ НОВОРОССИЙСКОЙ БУХТЫ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2014 ГОДА

Описаны таксономический состав и численность организмов мейобентоса в трёх участках Новороссийской бухты. Проведено их сравнение по указанным показателям. Описаны некоторые аспекты временной динамики состояния мейобентоса прибрежной зоны бухты.

Ключевые слова: мейобентос, заросли макрофитов, таксономический состав, численность, Чёрное море, Новороссийская бухта.

S.A. Serzhanova¹, N.P. Remizova²

¹Kuban State University,
Krasnodar, 350040

svetlana.serzhanova@yandex.ru

²Novorossiysk Educational and Research Marine Biological Center

of Kuban State University,

Novorossiysk, 353905

biozentr@yandex.ru

TAXONOMIC COMPOSITION AND ABUNDANCE OF MACROPHYTE MEIOBENTHOS OF NOVOROSIYSK BAY COASTAL AREA DURING THE SUMMER OF 2014

The article covers taxonomic composition and the abundance of meiobenthos organisms in three areas of the Novorossiysk Bay. The areas have been compared according to the certain indicators. Some aspects of temporal dynamics of meiobenthos state in bay coastal area are described.

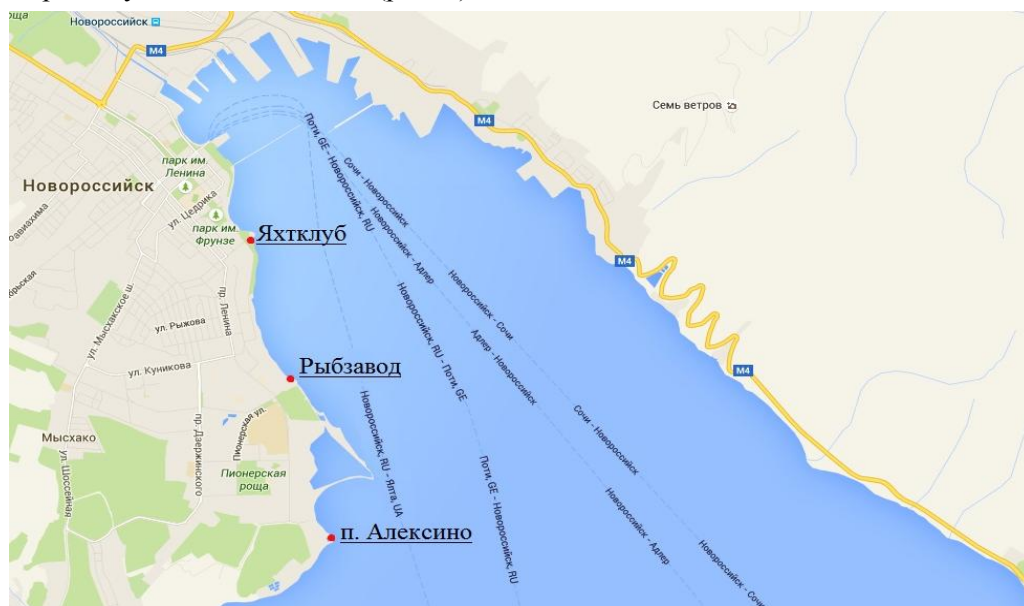
Key words: meiobenthos, macrophytes, taxonomic composition, abundance, Black Sea, Novorossiysk bay.

Термин «мейобентос» был введен в науку М. Мэр в середине XX в. для обозначения совокупности микроскопических многоклеточных донных животных, выпадающих из внимания исследователей морского бентоса при количественных учётах донной фауны [1]. Традиционно под мейобентосом понимают представителей эпи- и инфауны, проходящих через сито с размером ячеей 1 мм и задерживающихся в сите с размером ячеей 32 мкм.

Многолетние систематические наблюдения в акваториях, подверженных прямому или косвенному воздействию различных видов антропогенной деятельности, показали, что видовое богатство, плотность населения и показатели биомассы мейобентоса, а также количественное соотношение некоторых таксономических групп этих животных могут успешно применяться для оценки экологического состояния акватории [2].

Целью данной работы являлось изучение современного состояния мейобентоса зарослей макрофитов прибрежной зоны Новороссийской бухты, которая относится к числу черноморских акваторий, наиболее сильно подверженных антропогенному прессу.

Материал для данной работы был собран в период с 23.06.2014 г. по 20.07.2014 г. в нескольких участках Новороссийской бухты: «Яхтклуб» (станция № 1), «Рыбзавод» (станция № 2) и «посёлок Алексино» (станция № 3). Станция № 1 расположена ближе всего к кутовой части бухты и портовой зоне. Станция № 3 находится практически на выходе из бухты. Станция № 2 занимает промежуточное положение (рис. 1).



Места сбора материала

Пробы были отобраны в урезовой зоне бухты на глубине около 0,5 м. С каждой точки было получено по три пробы. Их сбор проводили по общепринятой методике [3].

Обработку полученного материала осуществляли на базе Новороссийского учебного и научно-исследовательского морского биологического центра Кубанского государственного университета (далее – НУНИМБЦ) по общепринятым методам [3]. Значения коэффициентов сходства таксономического состава рассчитали по формуле Сёренсена [4].

В результате исследований в составе летнего мейобентоса бухты были зарегистрированы представители 14 таксономических групп. Таксономический состав изучаемой группы донных беспозвоночных между отдельными участками бухты различался незначительно (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав мейобентоса Новороссийской бухты на разных станциях

Таксономическая группа	Станция		
	№1 (Яхтклуб)	№2 (Рыбзавод)	№3 (п. Алексино)
эумейобентос			
Turbellaria	+	+	+
Nematoda	+	+	+
Harpacticoida	+	+	+
Ostracoda	+	+	+
Acarina	+	+	+
Foraminifera	+	–	+
псевдомейбентос			
Polychaeta	+	+	+
Olygochaeta	+	+	+
Anisopoda	+	–	+
Isopoda	+	+	+
Amphipoda	+	+	+
Bivalvia	+	+	+
Gastropoda	+	+	–
Chironomidae	+	+	+
Итого	14	12	13

Коэффициенты сходства таксономического состава мейобентоса между сравниваемыми участками бухты, несмотря на разные экологические условия в них, оказались очень близки – от 0,88 до 0,96 (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты сходства таксономического состава мейобентоса

Сравниваемые станции	Коэффициент Сёренсена
Яхтклуб – Рыбзавод	0,92
Яхтклуб – п. Алексино	0,96
Рыбзавод – п. Алексино	0,88

Сравнение таксономического состава летнего мейобентоса в бухте за период с 2003 по 2014 гг. показало, что его разнообразие остаётся стабильно высоким (табл. 3). Основу сообщества составляют представители таких групп, как ресничные черви (Turbellaria), ракушковые раки (Ostracoda), водные клещи (Acarina), гарпактикоиды (Haracticoida), многощетинковые черви (Polychaeta), разноногие ракообразные (Amphipoda), двустворчатые моллюски (Bivalvia), постоянно встречающиеся в пробах. Отсутствие в отдельные годы некоторых таксонов (фораминиферы (Foraminifera), киноринхи (Kinorhyncha), кумовые раки (Cumacea) и некоторые др.), сравнительно редких в зарослевых сообществах, не может рассматриваться как показатель ухудшения состояния мейобентосного ценоза.

Таблица 3

Таксономический состав летнего мейобентоса Новороссийской бухты в 2003, 2008 и 2014 гг.

Таксономическая группа	Год		
	2003 (фондовые)	2008 (фондовые)	2014
эумейобентос			
Turbellaria	+	+	+
Nematoda	+	+	+
Haracticoida	+	+	+
Ostracoda	+	+	+
Foraminifera	–	+	+
Acarina	+	+	+
Kinorhyncha	–	+	–
псевдомейобентос			
Polychaeta	+	+	+
Olygochaeta	–	+	+
Cirripedia	–	+	–
Anisopoda	+	+	+
Cumacea	–	+	–
Isopoda	+	+	+
Amphipoda	+	+	+
Bivalvia	+	+	+
Gastropoda	+	+	+
Chironomidae	+	+	+
Итого	12	17	14

Средняя численность организмов мейобентоса зарослей макрофитов Новороссийской бухты в летний период 2014 г. была довольно высокой – 95,9 тыс. экз./м². Ядро сообщества составляли представители групп ресничные черви, нематоды, гарпактикоиды, ракушковые раки, водяные клещи, многощетинковые черви и хирономиды (табл. 4).

Доминирующим по численности таксоном являлись гарпактикоиды – 43,7%. В группу субдоминантов вошли турбеллярии, полихеты и водяные клещи – 13,1, 12,3 и 11,7% соответственно.

Состав доминирующих и субдоминирующих компонентов мейобентосного сообщества в отдельных участках бухты почти не отличался. На станции № 1 (Яхтклуб) наиболее многочисленными представителями мейобентоса были гарпактикоиды – 27,7% и ресничные черви – 24,8%.

В субдоминирующую группу вошли многощетинковые черви – 12,7%. Станция № 2 (Рыбзавод) характеризовалась выраженным доминированием гарпактикоид – 54,2% при субдоминировании водяных клещей и полихет – 15,5 и 11,9% соответственно. На станции № 3 (пос. Алексино), как и на станции № 1, доминировали турбеллярии – 20,8% и гарпактикоиды – 20,1%. Группу субдоминантов образовали ракушковые раки и полихеты – 17,0 и 12,0% соответственно.

Таблица 4

Динамика численности летнего мейобентоса Новороссийской бухты в 2003, 2008 и 2014 гг.

Таксономическая группа	Численность, экз./м ²		
	2003 (фондовые)	2008 (фондовые)	2014
эумейобентос			
Turbellaria	602	69	12516
Nematoda	1741	4611	5556
Harpacticoida	4768	3883	41939
Ostracoda	653	654	4506
Foraminifera	0	40	11
Acarina	2323	6833	11204
Kinorhyncha	0	33	0
псевдомейобентос			
Polychaeta	26	316	11774
Olygochaeta	0	2	334
Cirripedia	0	39	0
Anisopoda	396	703	390
Cumacea	0	20	0
Isopoda	314	110	263
Amphipoda	4173	6267	1701
Bivalvia	558	5549	1277
Gastropoda	26	82	277
Chironomidae	2129	106	4121
Итого	17709	29317	95869

В сравнении с предыдущими годами, в 2014 г. в состав наиболее массовых компонентов мейобентоса бухты не вошли амфиподы, двустворчатые моллюски, нематоды и хирономиды, но добавились ресничные и многощетинковые черви (табл. 4).

В 2014 г., по сравнению с 2003 и 2008 гг., выявлено определённое увеличение количества организмов мейобентоса на единицу площади морского дна (табл. 4). Причины этого факта могут быть различными: некоторые отличия в сроках отбора проб, разница между годами в температурном режиме, временные всплески численности отдельных таксономических групп и др. Однозначного заключения об улучшении экологической ситуации в бухте на основе данных результатов сделать пока нельзя.

Литература

1. Мокиевский В.О. Экология морского мейобентоса. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2009. – 286 с.
2. Сергеева Н.Г., Колесникова Е.А. Результаты изучения мейобентоса Чёрного моря // Экология моря. – 1996. – Вып. 45. – С. 54–62.
3. Маккавеева Е.Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Чёрного моря. – Киев: Наукова думка, 1979. – 227 с.
4. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.

УДК 597.2/.5(470.62)

Д.И. Скворцов

*Северо-Кавказский федеральный университет,
Ставрополь, 355009
e-mail: danka030395@yandex.ru*

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ РЫБ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Начиная со второй половины 20 века состав ихтиофауны Центрального Предкавказья существенно увеличился – с 40–50 до 130–140. К этому привело ирригационное объединение бассейнов северокавказских рек, акклиматизационные мероприятия и уточнения систематического статуса многих видов рыб. В результате инвентаризации в регионе выявлено около 20 реально новых видов рыб. С формальной (систематической) точки зрения видовое разнообразие рыб региона оказалось более широким – еще до 20 видов. Остальное увеличение разнообразия рыб обеспечило ирригационное обводнение региона. Поставлен вопрос о выборе системы оценки биоразнообразия.

Ключевые слова: Центральное Предкавказье, ихтиофауна, акклиматизация, оценка биоразнообразия.

D.I. Skvortsov

*North Caucasus Federal University, Stavropol, 355009
e-mail: danka030395@yandex.ru*

FEATURES OF CHANGES IN FISH SPECIES DIVERSITY OF CENTRAL CAUCASUS AND ADJACENT MOUNTAIN AREAS

Since the second half of the 20th century the structure of fish fauna of Central Caucasus has increased significantly – from 40–50 to 130–140. This has resulted in irrigation pools of Association North Caucasus rivers, acclimatization activities and clarifying the systematical status of many fish species. As a result of inventory in the region about 20 new fish species has been revealed. From the formal (mathematical) point of view fish diversity in the region is broader - even up to 20 species. The rest of the increase in fish diversity in the region has provided irrigation watering. The question of the choice for biodiversity assessment is raised.

Key words: Central Caucasus, fish fauna, acclimatization, biodiversity assessment.

Центральное Предкавказье уникально по своему гидрологическому положению. Ранее это были маловодные, преимущественно степные пространства, которые отличались исключительно незначительным видовым разнообразием рыб. Лишь предгорье, ограниченное Кубанью и Терском было рыбным.

К настоящему времени в результате ирригационного строительства (появление каналов, водохранилищ, опреснение водоемов Манычской впадины) именно в этом регионе произошло гидрологическое объединение практически всех водных речных бассейнов юга России. С севера это Волга (через Волго-Донской канал) и Дон (через водохранилища Западного Маныча). С востока это Терек через Терско-Кумский канал. Наиболее важно, что воды верховьев реки Кубань и Терека в настоящее время на 70% направлены в степную часть Центрального Предкавказья, вплоть до Волжско-Калмыцких ильменей. Все это создало предпосылки межбассейнового проникновения в регион гидробионтов, в том числе рыб – через шлюзовые системы, с помощью межхозяйственных перевозок, целенаправленных действий рыбоводов, в том числе любителей. Не прекращаются в регионе также целенаправленные государственные акклиматизационные мероприятия. На фоне этого в последние годы появились сведения о существенном увеличении видового разнообразия рыб изучаемого региона [1–5]. В этой связи актуальным

является проведение инвентаризации видового разнообразия рыб Центрального Предкавказья на основе определения причин появления их новых видов.

В целом до начала масштабных ирригационных работ в Северо-Кавказском регионе по Л.С. Бергу [6] можно было встретить около 90 видов и бассейновых подвидов рыб, встречаемых в пресной воде. При этом более всего подобных рыб отмечалось в низовьях Волги (73- в основном за счет сельдевых) и Кубани (73- за счет горных видов). В низовьях Дона биоразнообразие этих рыб было представлено 67 видами и подвидами, в Тереке 63. Из всех этих видов Л.С. Берг указывал на наличие в северо-кавказском регионе видов (5), которые изменили или могут вскоре изменить естественное биоразнообразие рыб региона – сомик американский (ожидался из Белоруссии), большеротый американский окунь (из озера Абрау), обыкновенная солнечная рыба (ожидалась из Дуная), хольбрукская и восточная гамбузии (вселялась повсеместно). Конкретно на территории именно Центрального Предкавказья и прилегающих горных территориях оценочно (ранее регион не изучался) до середины 20 века присутствовало не более 40–50 видов рыб, но только предположительно в соответствии с указаниями Л.С. Берга. Специальных ихтиологических исследований Центрального Предкавказья в те годы не проводилось.

К настоящему времени видовое разнообразие рыб изучаемого региона существенно изменилось по двум основным причинам – акклиматизация (самостоятельная, случайная и целенаправленная) принципиально новых видов, а также появление формально новых видов рыб по результатам работы систематиков. Всего в изучаемом регионе могут встречаться около 130–140 видов рыб [7]. Имеются сведения о подготовке вселения еще не менее 10 новых видов [5], продолжают работы по уточнению систематического положения рыб.

Об акклиматизации новых видов рыб на Северном Кавказе достаточно широко известно и эти работы будут продолжаться впредь. В частности, огромные средства были вложены в акклиматизацию дальневосточных видов рыб, условно называемых растительноядными – белый и черный (моллюскоед) амур, белый и пестрый (преимущественно зоопланктер) толстолобик. Из-за отсутствия эффективного естественного размножения этих рыб их нахождение в регионе поддерживается только искусственно, хотя до сих пор их можно отнести к массовым. В регионе также периодически встречаются такие новые виды, как буффало (3 вида), большеротый окунь, орфа, ряпушка и пелядь. С биологической точки зрения удачным оказалось вселение веслоноса. Однако из-за мелководного образа жизни население уничтожает его еще до достижения им половозрелого возраста.

К практически полному искусственному воспроизводимым видам рыб необходимо отнести большинство осетровых рыб. В пресных водах выше плотин очень редко можно встретить лишь стерлядь, бестера и сибирского осетра. Последние два вида за пределами рыбоводных хозяйств встречаются как случайные беглецы. В этой связи из списка видов рыб, тем более Красных книг, большинство осетровых рыб необходимо исключить, как минимум, в административных субъектах Центрального Предкавказья.

Существенно изменено разнообразие лососевых рыб. Их кавказские проходные виды в Центральном Предкавказье больше появляться не могут. Зато в предгорье и водохранилищах начали встречать реально новые виды форелей и лососей ушедших из специализированных рыбоводных хозяйств (не менее 5 видов-подвидов). Однако о полноценной их акклиматизации говорить пока рано.

В районах тепловодных рыбоводных хозяйств также встречаются тилапии (до 12 видов), каналные сомики (2-3 вида, 1 вид успешно акклиматизировался в реках региона), голубоватопятнистая карпа, красная пиранья (возможно и другие виды), а также множество видов мелких аквариумных рыб. В некоторых водоемах успешно воспроизводятся туводные формы рыбца и шемаи, хотя их проходные формы из центральной части Северного Кавказа исчезли.

Ирригационное объединение водоемов Северного Кавказа способствовало самостоятельному расселению ранее солоноводных видов. В частности, в том числе в пресные воды, проникли тюлька, перкарина и некоторые бычки (до 3 видов). До предгорья добрались чехонь и игла-рыба черноморская пухлощекая. Вместе с растительноядными рыбами в регион проникли амурский чебачок и китайская медака, а из Волги берш. Существенно шире расселились щука и горчак. Пока не известна судьба севанской храмули, вселенной в Сенгелевское водохранилище. Все чаще в улове встречается промысловая алая золотая рыбка (крупнее обычных карасей). Ожидается проникновение из центральной России ротана.

Скрывается акклиматизационная деятельность современных богатых не рыбоводных объектах хозяйствования. В обход законодательства и без РБО в регион завезены или планируется завоз в подсобные рыбоводные хозяйства таких рыб как окуня-ауха, американского угря, различных полосатых окуней (басы), катлю, речного барабанщика и других, экзотических для региона рыб.

Все эти примеры изменения разнообразия связаны с реальным перемещением отдельных видов рыб из-за границ региона или внутри него. Сложнее воспринимаются изменения разнообразия рыб не на экологическом, а систематическом уровне. В результате работы систематиков новые виды рыб появляются лишь формально. При этом эти «новые» виды рыб остаются в пределах своих прежних биотопов, их экологические функции не меняются. Таким образом, с экологической точки зрения ничего не меняется, как собственно и биоразнообразие как экологическое явление. Очевидно, что систематические видовые уточнения будут продолжаться и далее, а поэтому эта проблема должна быть рассмотрена отдельно.

Оснований для подобного утверждения на примере Центрального Предкавказья достаточно. В частности, со времен Л.С. Берга [6] часть видов рыб были разделены на подвиды, в других случаях подвиды были признаны, наоборот, видами. Например, три региональные вида щиповок были разделены на два рода суммарно с 7 видами. По некоторым данным после генетических уточнений к ним могут добавиться еще 2-3 вида. Существенные систематические изменения коснулись очень многих других систематических групп рыб: тюльки, усачи, караси, пескари (появился даже новый род), верховки, подусты, рыбки, гольяны, гольцы, игла-рыбы, пуголовки, бычки, форели и лососи. Без сомнения, что этот список может быть продолжен.

Между тем известно, что биологический вид – это совокупность особей, обладающих способностью к скрещиванию с образованием плодовитого потомства, населяющих определенный ареал, обладающих рядом общих морфологических и физиологических признаков и сходством во взаимоотношениях с биотической и абиотической средой. Главным сегодня признается генетический критерий вида – это характерный для каждого биологического вида набор хромосом, строго определенное их число, размеры и формы, состав ДНК. Особи разных видов имеют разные наборы хромосом, поэтому они не могут скрещиваться и репродуктивно ограничены друг от друга в естественных условиях. Однако образование межвидовых и даже межродовых гибридов (по Л.С. Бергу помесей) уже оцененных с генетических позиций видов рыб признается большинством исследователей, подтверждается в природе и эксперименте. Вероятно поэтому проблема вида, по нашему мнению, еще объективно не решена, остается не понятной молодым исследователям [8, 9].

В связи с изложенным выше, можно констатировать, что ирригационное строительство, акклиматизация, а также работы систематиков существенно изменили видовое разнообразие рыб Центрального Предкавказья и прилегающих горных территорий. К настоящему времени численность видов рыб изучаемого региона с подвидами с формальных позиций увеличилось почти в 3 раза (с 40–50 до 130–140 видов). В экологическом понимании эти изменения менее существенны – появилось всего около 20 реально новых для северокавказского региона видов. Еще около 50 северо-кавказских видов-подвидов проникли в пределы изучаемого региона (целенаправленно и самостоятельно). Осложняет более точную инвентаризацию массовая переоценка систематического статуса отдельных видов рыб, как интродуцентов, так и местных рыб. Таким образом, остается нерешенной проблема выбора реальной системы (формальной или экологической) оценки видового разнообразия рыб, например, в изучаемом регионе.

Литература

1. Дементьев М.С. Ихтиофауна Ставропольского края // Фауна Ставрополя. – 1997. – В. VII. – С. 69–75.
2. Штефко Ю.Ю., Дементьев М.С. Ихтиофауна окрестностей города Ставрополя // Актуальные вопросы экологии и природопользования: Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, ноябрь 2005 г.). – Ставрополь: Агрус. – 2005. – С. 4–6.
3. Дементьев М.С., Емельянов С.А. Новые для Северного Кавказа рыбы, перспективные для потребления населением // Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону: Материалы XIV региональной научно-технической конференции (17 декабря 2010 г.). – Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – С. 213.

4. Дементьев М.С., Штефко Ю.Ю. Сводка водной и околородной фауны Центрального Предкавказья. Фауна бесчелюстных и рыб Центрального Предкавказья (повидовая сводка 2011 г.) // Фауна Ставрополья. – 2011. – В. 15. – С. 5–17.

5. Дементьев М.С., Штефко Ю.Ю. Перспективы формирования фауны бесчелюстных и рыб Ставропольского края (повидовая сводка) // Природа России. – 2011. – № 10. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.biodat.ru/doc/lib/index.htm> (дата обращения: 25.12.2016).

6. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.-Л.: Наука, 1949. – 1382 с.

7. Богдацкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с.

8. Цвирко Н.И., Дементьев М.С., Харченко Л.Н. Формирование биоразнообразия как элемент нового экологического мышления // Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования (6–9 декабря 2002 г.) – М.: Академия наук о Земле, 2002. – С. 62–63.

9. Дементьев М.С. Биологическое разнообразие – проблема безопасности жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций // Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону: Материалы XIV регион. науч.-техн. конф. (17 декабря 2010 г.). – Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – С. 258.

УДК 639.2/.3(574.54)

Г.Ж. Сулейменова

*Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова,
Актобе, 030000
e-mail: Guljanat_sj@mail.ru*

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА В КАЗАХСТАНЕ
(НА ПРИМЕРЕ КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Рассматриваемое в работе состояние рыбного хозяйства в Кызылординской области позволяет сделать выводы о перспективах его дальнейшего развития. В частности одним из основных объектов взят рыбоперерабатывающий комплекс в г. Аральске.

Охарактеризованы организация приема, переработки, хранения, реализации рыбы и рыбной продукции, организация промышленного рыболовства на Аральском море и прилегающих рыбопромысловых водоемах. Немаловажное значение имеют сведения о развитии аквакультуры в Аральском регионе.

В перспективе дан курс на улучшение социального, экономического и экологического благосостояния рыбаков и их семей, оказание практической помощи местному населению и объединениям, занимающимся устойчивым рыболовным промыслом и переработкой рыбы.

Ключевые слова: рыбное хозяйство, рыбоперерабатывающий комплекс, рыбопромысловые водоемы, производственная деятельность.

G.J. Suleimenova

*Aktobe Regional State University K. Zhubanova,
Aktobe, 030000
e-mail: Guljanat_sj@mail.ru*

**CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT
OF FISHERIES IN KAZAKHSTAN
(KYZYLORDA REGION)**

The state of fisheries in Kyzylorda region makes it possible to draw conclusions about the prospects for its further development. Among the main objects the fish-processing plant in Aralsk is considered.

We characterize the organization of receiving, processing, storage and marketing of fish and fish products, organization of commercial fishing in the Aral Sea and the surrounding fishing waters. Data on the development of aquaculture in the Aral region have considerable importance.

In the future the course to improve social, economic and environmental well-being of fishermen and their families, to provide practical assistance to local communities and associations involved in sustainable fisheries and fish processing is set.

Key words: fisheries, fish processing plant, fishing ponds, production activities.

Одной из главных отраслей сельского хозяйства Казахстана является рыбное хозяйство. Выращивание рыбы в озерно-товарных и прудовых хозяйствах, создаваемых на базе естественных водоемов путем их облагораживания и внедрения методов промышленного рыбоводства – одно из наиболее перспективных направлений сохранения естественных рыбных ресурсов.

Кызылординская область является регионом с богатым потенциалом и благоприятными условиями для развития озерно-товарного рыбоводства. Рассматривая современное развитие и перспективы развития рыбного хозяйства области можно отметить более 300 озер, помимо Малого Арала на территории области, почти 154 из которых имеют рыбохозяйственное значение [1].

Вопросы нынешнего состояния рыбной отрасли, некоторые законодательные изменения, касающиеся развития рыболовства в Казахстане и, в частности, в Кызылординской области поднимаются зачастую во многих встречах представителей разных сфер деятельности.

Область сегодня хорошо известна в Казахстане и за его пределами не только рисом, табунами лошадей и верблюдов, стадами коров и мелкого скота, но и рыбой, на которую сейчас большой спрос не только в Казахстане, но и в странах Европы и Азии.

В истории было немало рыбаков, которые самоотверженным трудом золотыми буквами вписали свои имена в историю края. Среди них рыбаки из аула Боген под руководством Прекеша Дуйсенова, которые в двадцатых годах прошлого столетия отправили 14 вагонов с рыбой голодающему Поволжью [2].

На своем веку аральцы пережили немало трудностей, главная – это обмеление моря, когда люди сотнями стали покидать родные края в поисках лучшей доли. Стали даже возникать разговоры о расформировании Аральского района.

Благодаря историческому решению Главы государства Нурсултана Назарбаева был реализован первый этап проекта РРССАМ. В результате вернулось море, а на родину стали возвращаться сотни семей. Все это способствовало активному возрождению рыболовства, объемы которого растут из года в год. Сегодня продукция аральских рыбаков пользуется большим спросом во многих странах.

Вопросы, связанные с Аралом, находятся под особым контролем Главы государства. Ожидается начало работы по реализации второго этапа проекта «Регулирование русла Сырдарьи и спасение северной части Аральского моря».

На республиканском семинаре в Кызылорде «Внедрение устойчивого рыболовства в рамках продвижения принципов «зеленой» экономики в регионе Аральского моря», где приняли участие представители Центра ОБСЕ в Астане, Арало-Сырдарьинского бассейнового совета, ИД МФСА в РК отмечалось важность рыбного хозяйства в данном регионе.

За последние пять лет объем улова в области увеличился в пять раз, а в Малом Арале в 17. Область располагает богатым хозяйственным фондом и благоприятными условиями для развития товарного рыбоводства. Реализация второй фазы РРССАМ даст возможность развивать эту отрасль дальше.

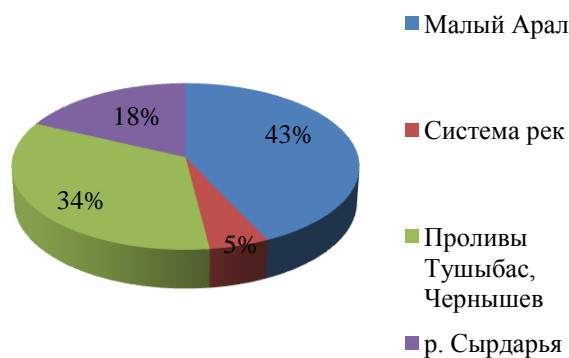


Рис. 1. Основное рыбное хозяйство Кызылординской области [3]

Главными стратегическими задачами дальнейшей деятельности является, наряду с традиционным промыслом развитие аквакультуры, увеличение объема валовой продукции, создание рыбоводного хозяйства, в первую очередь озерно-товарного. Также внедрение современных технологии, позволяющих получать рыбную продукцию при минимальном водопотреблении, увеличение количества закрепленных рыбохозяйственных водоемов и их участков на долгосрочной основе и увеличение объема улова. Для сравнения: в 2000-е годы в Малом Аральском море оптимально допустимый улов составлял всего 400 тонн только одного вида – камбалы-глосса. На территории области есть водоемы рыбохозяйственного значения, общая площадь водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, составляет более 700 тысяч гектаров [4].

На 2014 г. утверждена квота на вылов рыбы в объеме 6725 тонн. На 1 октября 2014 г. по области выловлено 3365 тонн.

Сегодня переработкой занимаются восемь предприятий Аральского и Казалинского районов с годовой мощностью более 11 тысяч тонн. Основные виды переработанной продукции – рыбное филе, замороженная рыба, рыбная мука. В связи с этим увеличивается объем экспорта рыбной продукции. Если в 2013 г. было экспортировано 412 тонн продукции, то на октябрь текущего года экспортировано 362,3 тонны на сумму 2 378 934 доллара. Реализация второй фазы проекта РРССАМ даст возможность увеличить вылов в Малом Аральском море вдвое. Аулов в озерных системах планируется довести до 9 тысяч тонн в год [5].

Перед мировой общественностью встает вопрос необходимости осознания тесной взаимосвязи и взаимозависимости человека и природы, насущную необходимость перехода на «зеленые» рельсы.

Нужно привлечь передовой опыт, использовать новейшие технологии и научные разработки, а также укреплять сотрудничество на национальном и региональном уровне. В этом контексте созданный в Кызылорде при поддержке центра ОБСЕ тренинговый центр при ТОО «НИИ рисоводства имени И.Жахаева» по вопросам интегрированного управления водных ресурсов должен сыграть важную роль.

Чтобы решить многие проблемы, необходимо разработать среднесрочную Программу развития рыбного хозяйства, которая должна включать соблюдение принципов кодекса ведения рыболовства. Необходимо:

- внедрять эффективные и щадящие орудия лова, например ставные неводы и вентеры различных конструкций;

- также нужно разработать новую республиканскую схему зарыбления и акклиматизации (в том числе и кормовых организмов) для сохранения и увеличения рыбопродуктивности, максимально приблизить попуски воды из ГЭС к естественным, использовать морские запасы промысловых видов рыб, продолжить реализацию программы развития рыбного хозяйства Кызылординской области;

- сброс воды из Малого Арала в нижний бьеф Кокаральской плотины желателно осуществлять осенью и зимой, заменить примитивные сетные рыбозащитные устройства на Кокаральской плотине на эффективные (электрические, акустические) рыбозаградительные устройства (РЗУ), необходимы экспериментальные исследования;

- Важно провести подготовительные гидромелиоративные работы в затопляемой зоне дна Малого Арала для последующего эффективного отлова рыбы, провести реакклиматизацию аральского шипа из Балхаш-Илийского бассейна в Аральском бассейне, продолжить работы по сохранению редких и исчезающих видов – усача и шипа.

Чтобы улучшить экологическое состояние и развитие товарного рыбоводства, в 2012-2013 годы были проведены мелиоративные работы по очистке каналов, восстановлению гидротехнических сооружений в 8 озерах.

В 2013 г. 19 рыбохозяйственных субъектов области, объединившись, организовали рыбный консорциум. Также в консорциум вошли Аральский филиал НИИ рыбного хозяйства и социально-предпринимательская корпорация «Байконур». Сегодня многие вопросы, связанные с рыбным хозяйством в регионе, решаются членами консорциума.

С 2006 г. реализуется программа по сохранению и восстановлению генофонда аральского усача, занесенного в Красную книгу Республики Казахстан.

С начала реализации проекта на рисовых полях было выловлено более 45–50 тысяч мальков усача, которые затем выращивались в прудах и выпускались в Малое Аральское море. В этом году выловлено более 10 тысяч мальков усача, они помещены на зимовку в Камыстыбасский рыбопитомник для выращивания до двухлетнего возраста. Осенью 2015 года двухлетки будут выпущены в Малый Арал. Кроме этого, ежегодно проводятся мероприятия по спасению 10–11 миллионов мальков рыб из отшнурованных водоемов, то есть отделенных от основной части озера и рисовых полей [6].

Развитие садкового рыбоводства в Казахстане не получило широкого развития из-за отсутствия специализированных кормов, особенностей климата.

КазНИИ рыбного хозяйства разработало новую технологическую схему «двухъярусного» выращивания товарного карпа в садках на сбросных теплых водах, установленных в водоеме-охладителе площадью 3 гектара с прямоточным водоснабжением. Рыбопродуктивность товарного карпа по разработанной технологии двухъярусного выращивания составила

310 центнеров на гектар. Сейчас перспективно выращивать таким способом форель, осетра, а в Малом Арале можно выращивать бестер – (белуга со стерлядью), русского и сибирского осетров.

В области поставлена также задача искусственного воспроизведения ценных видов рыб, предусмотрение строительства рыбозащитного устройства на Кокаральской плотине, ускорение работы по развитию аквакультуры в регионе, а также поиск дополнительных мер субсидирования для развития товарного рыбоводства.

Необходимо продолжить работы по спасению молоди ценных видов рыб, в т.ч. редких и исчезающих видов на рисовых чеках, запретить использование китайских сетей, их продажу. В дальнейшем необходимо разработать отраслевой стандарт на орудия лова [7].

Нужна среднесрочная Программа развития рыбного хозяйства, которая должна включать соблюдение принципов кодекса ведения ответственного рыболовства. Очевидно, что спасти Аральское море в прежнем виде нереально, но вполне возможно возродить и спасти экосистему Малого Арала.

Литература

1. Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігі «Балық шаруашылығы ғылыми зерттеу институты» ЖШС мәліметтері.
2. «Егемен Қазақстан», 19 қараша, 2012 жыл.
3. *Саданов А.Қ., Нұрғызарынов А.М.* «Арал өңірінде орнықты дамудың ғылыми негізі».- Астана, 2008. – Б. 4–164.
4. Арал-Сырдария облысаралық балық шаруашылығы бассейндік инспекциясының 2013-2014 ж.ж және 2015 жылдың Зайында балық аулау лимитінің игерілуі жайлы мәліметтер.
5. <http://www.kzvesti.kz/20-11-2014/4495-bogatstvo-oblasti-ryboy-pri-rastat-budet.html>
6. «Көкарал бөгеті және «Ақлақ» су электр стансасының экология- эканомикалық ролі» *Шынбергенев Е.А., Сиқанов Н.С.* Қорқыт Ата атындағы ҚМУ 75 жылдығына арналған «Арал өңірі аймағының индустриалды-инновациялық даму басымдықтары атты конференция материалдары. (18.05.2012)-Қызылорда.
7. «Кіші Арал теңізінің балық шаруашылығының болашағы». *Ермаханов З.К.* Қызылорда. 2011. – Б. 137–140.

УДК 597.556.333.1(265.52)

А.М. Токранов¹, А.М. Орлов^{2,3}, И.Н. Мухаметов⁴

¹Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000;

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, 107140,

³Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, 119071;

⁴Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Южно-Сахалинск, 693023
e-mail: tok_50@mail.ru

**РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА БЕЛОБРЮХОГО ПОЛУЧЕШУЙНИКА
HEMILEPIDOTUS JORDANI (COTTIDAE) В ТИХООКЕАНСКИХ ВОДАХ
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ И СЕВЕРНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ
В КОНЦЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКОВ**

Приведены результаты анализа размерно-возрастной структуры белобрюхого лучешуйника *Hemilepidotus jordani* (Cottidae) в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов в конце XX – начале XXI веков. По мнению авторов, выявленные изменения в размерно-возрастной структуре этого вида рогатковых обусловлены различной интенсивностью промысла донных рыб в данном районе в отдельные годы.

Ключевые слова: белобрюхий лучешуйник *Hemilepidotus jordani*, размерно-возрастная структура, тихоокеанские воды юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов.

A.M. Tokranov¹, A.M. Orlov^{2,3}, I.N. Mukhametov⁴

¹Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

²Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Moscow, 107140,

³A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS,
Moscow, 119071;

⁴Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Yuzhno-Sakhalinsk, 693023
e-mail: tok_50@mail.ru

**SIZE-AGE STRUCTURE OF YELLOW IRISH LORD *HEMILEPIDOTUS JORDANI*
(COTTIDAE) IN THE PACIFIC WATERS OF SOUTH-EASTERN KAMCHATKA
AND NORTHERN KURIL ISLANDS, LATE XX – EARLY XXI CENTURIES**

Data on the analysis of the size-age structure of yellow Irish lord *Hemilepidotus jordani* (Cottidae) in the Pacific waters of south-eastern Kamchatka and northern Kuril Islands in the end of XX – the beginning of XXI centuries are provided. According to the authors' opinion the changes in the size-age structure of this species of sculpins are caused by different intensity of fishery of the bottom fishes in this region in various years.

Key words: yellow Irish lord *Hemilepidotus jordani*, size-age structure, Pacific waters of the south-eastern Kamchatka and northern Kuril Islands.

Белобрюхий лучешуйник *Hemilepidotus jordani* – один из наиболее характерных и широко распространённых в водах шельфа и верхней зоны материкового склона северной части Тихого океана видов рогатковых рыб (Cottidae), который встречается от берегов о. Хоккайдо до Анадырского залива и юго-восточной Аляски [1–4 и др.]. В отдельных участках своего обширного ареала, в том числе, у тихоокеанского побережья юго-восточной Камчатки и северных Куриль-

ских островов, этот представитель рогатковых обладает довольно высокой численностью и биомассой [5–8 и др.], образует плотные скопления с уловами свыше 4 т за часовое траление [9, 10] и потому является потенциальным объектом прибрежного промысла [11–14 и др.]. Как показали технологические исследования [15], достаточно крупные размеры и значительное содержание в мясе белобрюхого получешуйника полноценных белков и липидов позволяет использовать его для производства мороженой продукции и закусочных консервов в масле, тогда как богатая витамином А печень может служить в качестве витаминного сырья. Хотя во второй половине 1970-х годов в зимние месяцы в тихоокеанских водах северных Курильских островов Шумшу и Парамушир предпринималась попытка организации ограниченного специализированного промысла этого вида рогатковых (мороженая продукция из него поступала в торговую сеть под названием «бычок океанический») [6], до настоящего времени он в основном вылавливается в незначительных количествах в качестве прилова при промысле донных рыб. Имеющиеся в нашем распоряжении результаты массовых промеров (8501 экз.), биоанализов (2500 экз.) и определений возраста (1870 экз.) белобрюхого получешуйника за 1978–2013 гг. в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки от пролива Крузенштерна на юге до м. Поворотный на севере (участок от 47°50' до 52°10' с.ш.) позволяют проанализировать состояние его размерно-возрастной структуры в этом районе за тридцатипятилетний период.

При выполнении массовых промеров и биоанализов белобрюхого получешуйника использовали его особей непосредственно из траловых уловов. Возраст определяли по отолитам (под бинокуляром в падающем свете), которые предварительно прокаливали на электроплитке, разламывали пополам в районе центральной ложбины и покрывали глицерином (при необходимости слегка подшлифовывали). На обработанном таким образом отолите годовые кольца видны вполне удовлетворительно. В дальнейшем результаты всех массовых промеров с помощью размерно-возрастного ключа были переведены на возраст. Статистическую обработку материалов проводили по общепринятой методике [16].

Согласно литературным данным, белобрюхий получешуйник является довольно крупным видом рогатковых рыб, предельная длина которого в северной части Тихого океана достигает 62 см, масса тела – 2.8 кг [13, 14, 17], а продолжительность жизни – 14 лет [18–20]. В период с 1978 по 2013 гг. его максимальные размеры в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов составляли соответственно 54 см и 2.3 кг, а возраст – 13 лет, хотя основу уловов формировали рыбы длиной 30–40 см с массой тела 0.3–0.9 кг [5, 14, 21].

Анализ имеющихся в нашем распоряжении материалов показал, что во второй половине 1970-х гг., когда в тихоокеанских водах северных Курильских островов существовал ограниченный траловый промысел белобрюхого получешуйника, основу его уловов формировали четырёх-семилетние особи (88.8%) длиной 27–38 см (79.2%) (рис. 1 и 2), причём они преобладали как в водах северных Курильских островов, так и юго-восточной Камчатки (табл. 1). В 1990-е годы

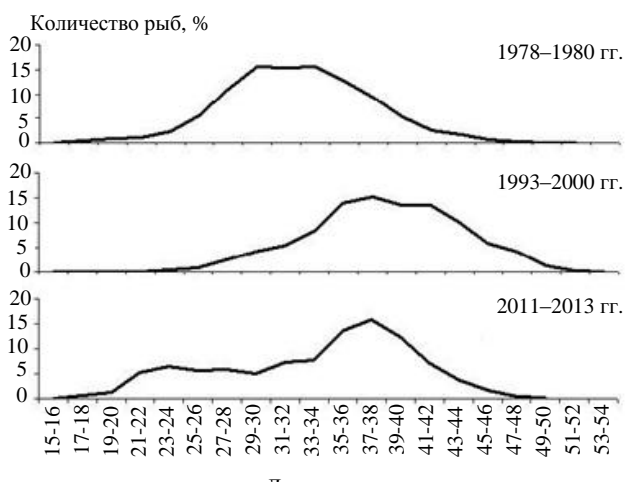


Рис. 1. Размерный состав белобрюхого получешуйника в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 1978–1980 ($N = 5513$, $M = 31.9 \pm 0.1$ см), 1993–2000 ($N = 1476$, $M = 37.7 \pm 0.1$ см) и 2011–2013 ($N = 1512$, $M = 33.1 \pm 0.2$ см) годах

размерно-возрастная структура этого представителя рогатковых здесь существенно изменилась. Заметно возросло относительное количество крупных особей старших возрастных групп, в связи с чем, в уловах повсеместно стали доминировать рыбы размером 33–44 см (74.6%) в возрасте пяти-девяти лет (85.5%) (рис. 1 и 2, табл. 1 и 2). В начале второго десятилетия XXI века в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки вновь произошло омоложение популяции белобрюхого получешуйника, и увеличение доли относительно мелких рыб. Поэтому в уловах доминировали четырёх-восьмилетние особи этого вида рогатковых (88.5%) длиной 31–42 см (63.7%) (рис. 1 и 2). Сопоставление средних величин размерно-

возрастных показателей белобрюхого полчешуйника за эти годы наглядно свидетельствует об аналогичном характере изменений – значительном увеличении их в 1990-е годы по сравнению с 1978-1980 гг. (соответственно с 31.9 до 37.7 см и 5.76 до 7.41 лет) и последующем уменьшении до 33.1 см и 6.16 лет в 2011–2013 гг.

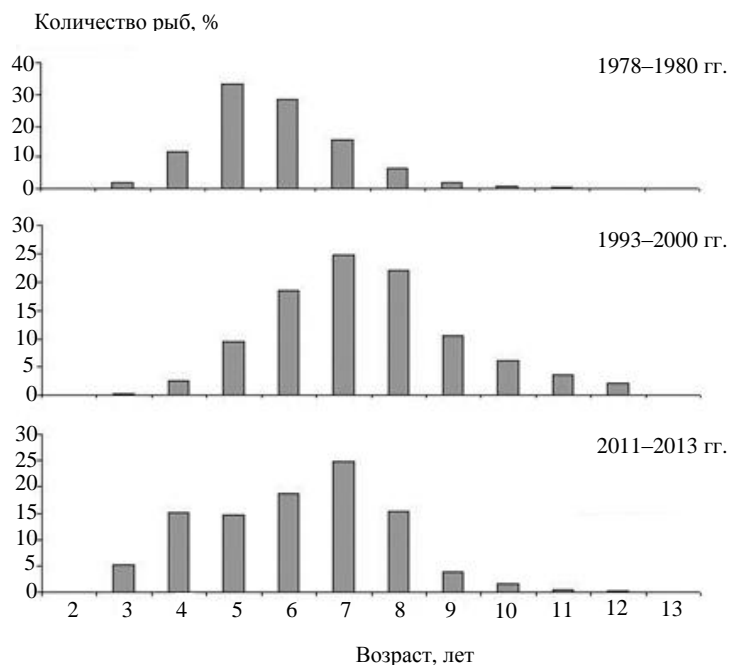


Рис. 2. Возрастной состав белобрюхого полчешуйника в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 1978–1980 ($N = 5513$, $M = 5.76 \pm 0.02$ лет), 1993–2000 ($N = 1476$, $M = 7.41 \pm 0.05$ лет) и 2011–2013 ($N = 1512$, $M = 6.16 \pm 0.04$ лет) годах

Таблица 1

Относительное количество (%) особей различных размерных групп и максимальная длина белобрюхого полчешуйника в траловых уловах в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в разные годы

Район	Годы	Длина, см					Максимальная длина, см	Число рыб, экз.
		менее 20	21-30	31-40	41-50	свыше 50		
Северные Курилы и Юго-Восточная Камчатка	1978-1980	1.3	35.4	57.9	5.3	0.1	52	5513
	1993-2000	0.3	8.1	56.4	34.8	0.4	54	1476
	2011-2013	2.0	28.3	56.7	13.0	–	50	1512
Северные Курилы	1978-1980	1.6	45.8	47.9	4.6	0.1	52	3100
	1993-2000	–	7.8	56.4	35.4	0.4	54	1155
	2011-2013	2.0	28.3	56.7	13.0	–	50	1512
Юго-Восточная Камчатка	1978-1980	0.8	22.0	70.7	6.3	0.2	52	2413
	1993-2000	0.9	9.6	56.2	32.7	0.6	53	321

Таблица 2

Относительное количество (%) особей различных возрастных групп и максимальный возраст белобрюхого полчешуйника в траловых уловах в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в разные годы

Годы	Возраст, лет				Максимальный возраст, лет
	2-4	5-7	8-10	более 10	
1978-1980	13.7	77.1	8.7	0.5	13
1993-2000	2.8	52.8	38.7	5.7	13
2011-2013	20.5	58.0	20.7	0.8	12

Из-за отсутствия регулярных наблюдений за состоянием запасов и биологическими показателями белобрюхого лучешуйника в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в период с конца 1970-х годов до настоящего времени, о причинах значительных изменений в его размерно-возрастной структуре можно говорить лишь предположительно. По всей видимости, прекращение ограниченного промысла этого вида рогатковых рыб в первой половине 1980-х годов и последующее снижение общей интенсивности вылова донных рыб в рассматриваемом районе, при котором белобрюхий лучешуйник постоянно добывался в качестве прилова, постепенно привело во второй половине 1990-х годов к старению его популяции и увеличению в ней относительного количества крупных особей старших возрастных групп, что отразилось на средних и модальных размерно-возрастных показателях. Активизация промысла донных рыб в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 2000-е годы, при котором белобрюхий лучешуйник вновь стал вылавливаться в качестве прилова, очевидно, послужила причиной некоторого омоложения его популяции, сокращения в ней числа наиболее крупных особей старших возрастов, и роста относительного количества рыб средних и мелких размеров.

Литература

1. Борец Л.А. Аннотированный список рыб дальневосточных морей. - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2000. – 192 с.
2. Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. Fishes of Alaska. – Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2002. – XXXVII+1037 p.+40 Pl.
3. Токранов А.М., Орлов А.М., Шейко Б.А. Краткий обзор родов *Hemilepidotus* и *Melletes* (Cottidae) и некоторые черты биологии нового для фауны России вида – чешуехвостого лучешуйника *Hemilepidotus zapus* из тихоокеанских вод северных Курильских островов // Вопр. ихтиол. – 2003. – Т. 43, № 3. – С. 293–310.
4. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря: Моногр. / В.В. Федоров, И.А. Черешнев, М.В. Назаркин, А.В. Шестаков, В.В. Волобуев. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 204 с.
5. Токранов А.М. Биология массовых видов рогатковых (семейство Cottidae) прикамчатских вод. Автореф. дис ... канд. биол. наук. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. – 22 с.
6. Токранов А.М. Керчаки и лучешуйные бычки // Биол. ресурсы Тихого океана. – М.: Наука, 1986. – С. 319–328.
7. Токранов А.М. Видовой состав и биомасса рогатковых (Pisces: Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Бюл. МОИП. – Отд. биол. - 1988. – Т. 93. – Вып. 4. – С. 61–69.
8. Орлов А.М. Количественное распределение демерсального нектона тихоокеанских вод северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки. – М.: Изд-во ВНИРО, 2010. – 335 с.
9. Орлов А.М., Токранов А.М. Особенности распределения и динамика уловов некоторых потенциально промысловых видов рогатковых рыб (Cottidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы межд. конф. (Новосибирск, 26–28 марта 2008 г.). – Новосибирск: «Агрос», 2008. – С. 173–178.
10. Токранов А.М., Орлов А.М. Особенности распределения и динамика уловов рогатковых рыб рода *Hemilepidotus* Cuvier, 1829 (Cottidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. – С. 277–280.
11. Токранов А.М. Итоги исследований и возможности промысла рогатковых рыб (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Тез. докл. Всесоюзн. совещ. «Резервн. пищев. биол. ресурсы открытого океана и морей СССР» (Калининград, 20–22 марта 1990 г.). – М.: ВНИЭРХ, 1990. – С. 63–66.
12. Токранов А.М. Особенности биологии донных и придонных рыб различных семейств в прикамчатских водах: Дис. в виде науч. докл. ... д-ра биол. наук. – Владивосток: ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, 2009. – 83 с.
13. Токранов А.М. Рогатковые рыбы (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // Всерос. конф. «Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем

в условиях глобального изменения климата»: Сб. докл. (Хабаровск, 29.09-03.10.2014 г.) [Электронный ресурс]. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2014. – С. 162–165.

14. *Фадеев Н.С.* Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 366 с.

15. *Диденко А.П., Боровская Г.А., Дроздова Л.И., Лаврова Н.А.* Технологическая характеристика и рекомендации по рациональному использованию бычков // Изв. ТИНРО. – 1983. – Т. 108. – С. 13–19.

16. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 292 с.

17. *Котляр А.Н.* Белобрюхий получешуйный бычок – *Hemilepidotis jordani* Bean, 1881 // Промысловые рыбы России. В двух томах (под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра и Б.Н. Котенева). – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 525–526.

18. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря: Моногр. / И.А. Черешнев, В.В. Волобуев, И.Е. Хованский, А.В. Шестаков. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 197 с.

19. *Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С.* Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. – Владивосток: Русский Остров, 2014. – 336 с.: ил.

20. *Тупоногов В.Н., Снытко В.А.* Атлас промысловых видов рыб дальневосточных морей России. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2014. – 206 с.

21. *Токранов А.М.* Особенности роста получешуйных бычков Джордана и Гильберта (*Cottidae*) Северных Курильских островов // Итоги исслед. по вопр. рац. исполыз. и охраны биол. ресурсов Сахалина и Курильских о-вов: Тез. докл. II науч.-практич. конф. (Южно-Сахалинск, ноябрь 1984 г.). – Южно-Сахалинск: Географ. общ-во СССР, 1984. – С. 102–105.

УДК 621.43.031-83:629.5

С.Ю. Труднев, А.А. Марченко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;
e-mail: trudnev@mail.ru*

ОЦЕНКА НЕИСПРАВНОСТИ ПОДШИПНИКОВОГО СУДОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ МАШИНЫ

В материалах произведена оценка технического состояния электропривода компрессорной установки. Отражены основные причины отказов компрессорных установок и принципы их диагностирования. Разработан лабораторный диагностический стенд. Исследования показали, что при расширенном анализе параметров большого спектра электрических машин можно составить диагностическую карту, которая позволит разработать универсальное устройство непрерывного контроля за техническим состоянием компрессорной установки.

Ключевые слова: модель, электропривод, диагностика.

S.U. Trudnev, A.A. Marchenko

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;
e-mail:trudnev@mail.ru*

MALFUNCTION ASSESSMENT OF BEARING UNIT OF SHIP ELECTRIC DRIVE IN COMPRESSOR SET BY METHOD OF ANALYSIS OF MACHINE ELECTRIC PARAMETERS

Technical condition of the compressor set electric drive is assessed in the article. The main reasons for refusals of compressor installations and the principles of their diagnosing are reflected. The laboratory diagnostic stand is developed. The researches have shown that in the expanded analysis of electrical machine parameters it is possible to make the diagnostic card allowing to develop the universal device of continuous control for technical condition of the compressor set. It is true for a wide range of electrical machines.

Key words: model, electric drive, diagnostics.

В настоящее время асинхронные электродвигатели являются потребителями свыше 70% всей электроэнергии в России. Опыт эксплуатации электродвигателей в составе различных электроприводов свидетельствует о большом количестве отказов, происходящих по различным причинам. Одной из самых широко распространенных причин является аварийная ситуация. Ежегодно аварийность составляет как минимум 25%. Выход из строя электродвигателя наносит значительный ущерб, связанный, в основном, с простоем технологического оборудования или порчей продукции вследствие аварии двигателя. Дополнительно к убыткам добавляется снижение электро- и пожаробезопасности, связанное с возможными короткими замыканиями, которые могут присутствовать в обмотке статора или ротора поврежденного электродвигателя. Для снижения аварийности используют различные средства защиты, которые не обеспечивают полную сохранность электродвигателя и снижают вероятность возникновения лишь некоторых из вышеперечисленных случаев, поэтому возникает потребность диагностики состояния электродвигателя в процессе его работы, то есть функциональной диагностики. Обнаружение дефектов в электродвигателе, работающем в составе электропривода, на ранней стадии их развития предупредит внезапную остановку производства в случае аварии, а также значительно снизит расходы на ремонт и увеличит срок его службы.

На сегодняшний день перспективным является системы непрерывной диагностики, позволяющие современно предсказать и определить неисправность. Это позволяет диагностировать электродвигатель независимо от его мощности и конструкции, а также глубины его монтажа.

В настоящее время известны следующие методы диагностики асинхронных двигателей [1]:

1. Методы, основанные на анализе вибраций отдельных элементов агрегата.
2. Методы, основанные на анализе акустических колебаний, создаваемых работающей машиной.
3. Методы, основанные на измерении и анализе магнитного потока в зазоре двигателя.
4. Методы, основанные на анализе вторичных электромагнитных полей машины.
5. Методы, основанные на измерении и анализе температуры отдельных элементов машины.
6. Методы диагностики механических узлов (в частности подшипников) основанные на анализе содержания железа в масле.
7. Методы диагностики состояния изоляции.
8. Методы, основанные на анализе электрических параметров машины.

Анализируя вышеперечисленные методы, можно сделать выводы о том, что наиболее актуальными в применения являются метод оперативного диагностирования, основанным на определении ряда параметров электропривода при работе. Диапазон изменения различных параметров от типа электродвигателя, который расширяется в зависимости от его назначения и его режимов работы.

Так, например, существует большое количество электроприводов, состояние которых достаточно определить методом оперативного диагностирования, так как такие электроприводы имеют большое количество режимов работы (грузовая лебедка, якорно-швартовые механизмы, гребные электрические установки). Немалую часть занимают электроприводы, в состав которых входят электродвигатели, работающие в одном или двух режимах. Такой принцип работы позволяет проводить непрерывную диагностику любого электродвигателя (компрессорная установка и тепловые насосы).

Сегодня существует большое количество, программных комплексов, завязанных через различные датчики и промышленные контроллеры с силовыми энергоустановками, такие как SpectraLAB, PicoScope, SpectraPlus. Это дает возможность разрабатывать целый ряд мероприятий по диагностике, в частности, по диагностике электрооборудования.

Анализ сигнала при помощи программы SpectraLAB

Анализ только формы сигнала не дает возможность точно диагностировать состояние подшипникового узла, а тем более спрогнозировать оставшийся моторесурс. Поэтому необходим анализ не только формы электрического сигнала, но и его спектра [2].

Упрощенная схема устройства диагностики представлена на рисунке 1.

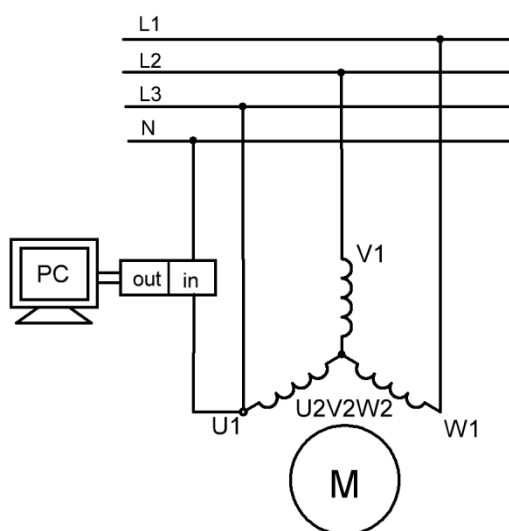


Рис. 1. Упрощенная схема исследования асинхронного электродвигателя при помощи звуковой карты персонального компьютера

Запишем сигнал электрического тока, используя в схеме, сначала исправный электродвигатель, а затем – двигатель с неисправностью в подшипниковом узле.

Получаем электрический сигнал статорных обмоток двигателя, изображенный на рисунке 2.

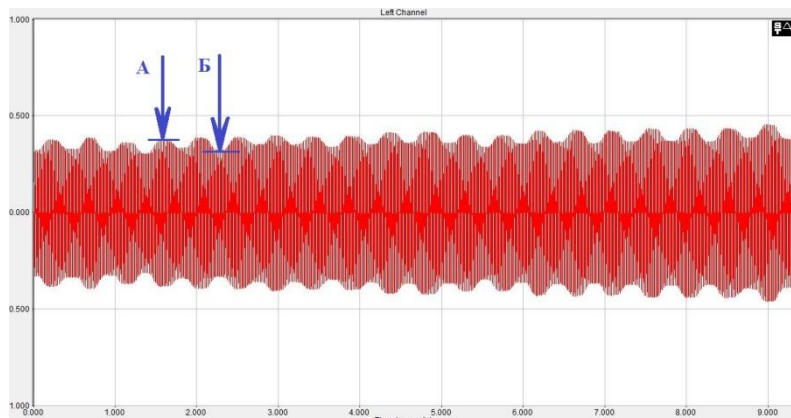


Рис. 2. Электрический сигнал статорных обмоток двигателя с неисправностью в подшипниковом узле

Далее разложим электрический сигнал на спектры. Значения сигналов для каждого из спектров частот изменяются в зависимости от мгновенного значения электрического сигнала на рисунке 2, то есть они не постоянные. Построим графики для его максимального и минимального значений (рисунки 3 и 4).

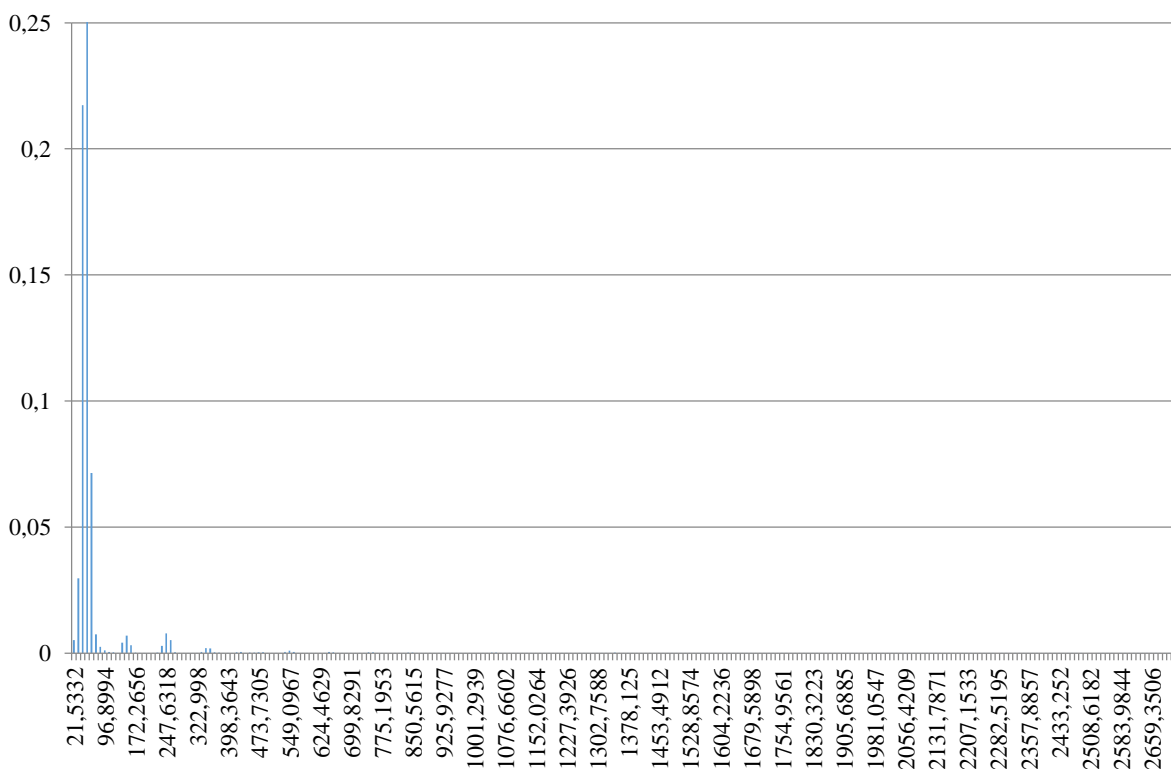


Рис. 3. Спектральная диаграмма электрического сигнала двигателя с неисправностью в подшипниковом узле для максимального значения напряжения

Как и в опыте с осциллографом это объясняется неравномерностью нагрузки на валу электродвигателя.

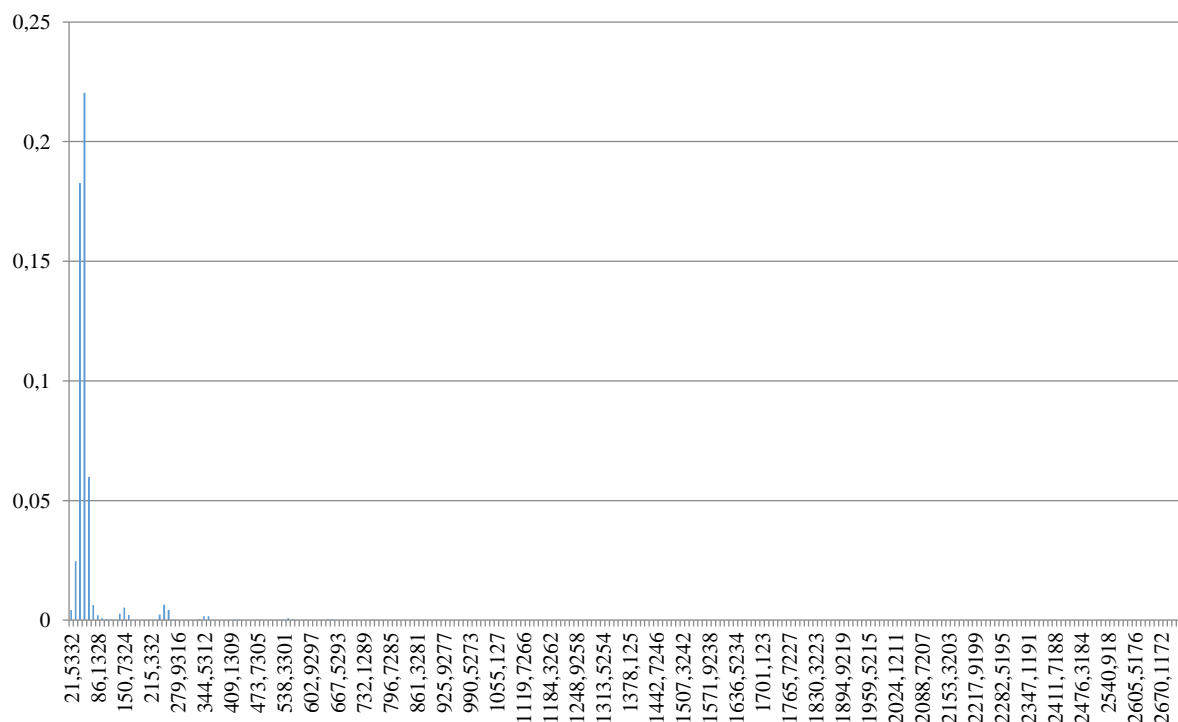


Рис. 4. Спектральная диаграмма электрического сигнала двигателя с неисправностью в подшипниковом узле для минимального значения напряжения

Проведенные лабораторные испытания с учетом анализа электрических параметров, позволяют говорить о том, что наиболее точно определить неисправность можно только комплексом программ. Исследование составляющих напряжения и тока нагрузки дают возможность провести полную диагностику электропривода и определить оставшийся срок работы без монтажа электрической машины, это дает время для своевременного ремонта электропривода. Такой вид диагностики, безусловно, увеличит производительность и энергоэффективность установки в состав которой входит компрессор.

Литература

1. Янтовский Е.И., Пустовалов Ю.В. Парокомпрессионные тепловые насосные установки. – М.: Энергоиздат, 1982. – 144 с.
2. Кочетков В.П. Теория автоматизированного электропривода: Учеб. пособие / В.П. Кочетков, Г.А.Багаутинов; под ред. В.А. Трояна. – Е.: Изд. Уральского ун-та, 1992. – 328 с.
3. Котеленец Н.Ф. Испытания и надежность электрических машин / Н.Ф. Котеленец, Н.Л. Кузнецов. – М.: Высшая школа, 1988. – 232 с.

УДК 621.43.031-83:629.5

С.Ю. Труднев, А.А. Марченко

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: trudnev@mail.ru*

ОЦЕНКА НЕИСПРАВНОСТИ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА СУДОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ

В материалах произведена оценка технического состояния электропривода компрессорной установки. Отражены основные причины отказов компрессорных установок и принципы их диагностирования. Разработан лабораторный диагностический стенд. На основании исследований сделан вывод, позволяющий судить о целесообразности проведенных исследований и создания универсальной системы непрерывной диагностики компрессорных установок.

Ключевые слова: модель, компрессор, диагностика.

S.U. Trudnev, A.A. Marchenko

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: trudnev@mail.ru*

MALFUNCTION ASSESSMENT OF BEARING UNIT OF COMPRESSOR SET SHIP ELECTRIC DRIVE

The article deals with technical condition of the electric compressor unit. The main reasons for compressor set failure and the principles of their diagnosing are summed. The laboratory diagnostic stand is developed. On the basis of researches the conclusion on the expediency of the conducted researches and developing universal system of compressor set continuous diagnostics is drawn.

Key words: model, compressor, diagnostics.

В электроприводах компрессорных установок скорость вращения электродвигателя либо не регулируется, либо регулируется в узких спектрах, нагрузка на электропривод осуществляется за счет рабочего давления. Исходя из этого, диагностирование компрессорной установки можно проводить по электрическим параметрам электродвигателя. Любая из механических неисправностей компрессорной установки вызовет изменение нагрузки на валу электродвигателя, что в свою очередь повлияет на форму и величину тока статора [1].

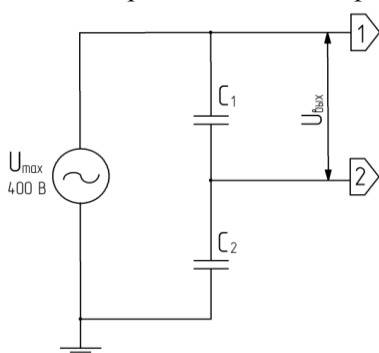


Рис. 1. Схема делителя напряжения

Таким образом, определив закономерности изменения формы и величины тока статора при тех или иных неисправностях компрессорной установки, можно проводить её диагностирование по электрическим параметрам либо использовать этот метод диагностирования как дополнение к существующим.

При сборке схемы исследования вышеописанного метода диагностирования следует учесть, что максимальное входное напряжение цифрового осциллографа АК ИП равно 20 В (технические данные осциллографа указаны в приложении). Для соблюдения этого параметра был собран делитель напряжения на конденсаторах из расчета на максимальное напряжение 400 В, согласно принципиальной схеме (рис. 1).

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{max}} \cdot C_2}{C_1 + C_2} B, \quad (1)$$

где U_{max} и $U_{\text{вых}}$ – входное и выходное напряжения соответственно, C_1 и C_2 – ёмкости конденсаторов. Пользуясь формулой (1), методом подбора определяем, что $C_1 = 20$ мкФ и $C_2 = 0,5$ мкФ.

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{max}} \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{400 \cdot 0,5}{20 + 0,5} = 9,76 B$$

Это удовлетворяет условию максимального входного напряжения осциллографа, равного 20 В. Далее собираем рассчитанный делитель напряжения для дальнейшего использования в схеме опыта по определению неисправностей по анализу сигнала тока.

Для исследования состояния подшипникового узла методом анализа электрического сигнала собрана схема, изображенная на рисунке 2.

С помощью цифрового осциллографа запишем сигнал электрического тока статора, используя в схеме сначала исправный электродвигатель, а затем – двигатель с неисправностью в подшипниковом узле и сравним показания. Результаты замеров представлены на рисунках 3 и 4.

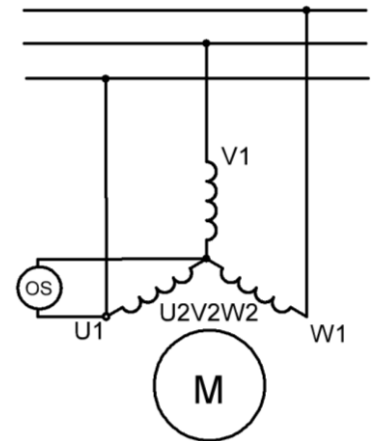


Рис. 2. Упрощенная схема исследования асинхронного электродвигателя при помощи цифрового осциллографа

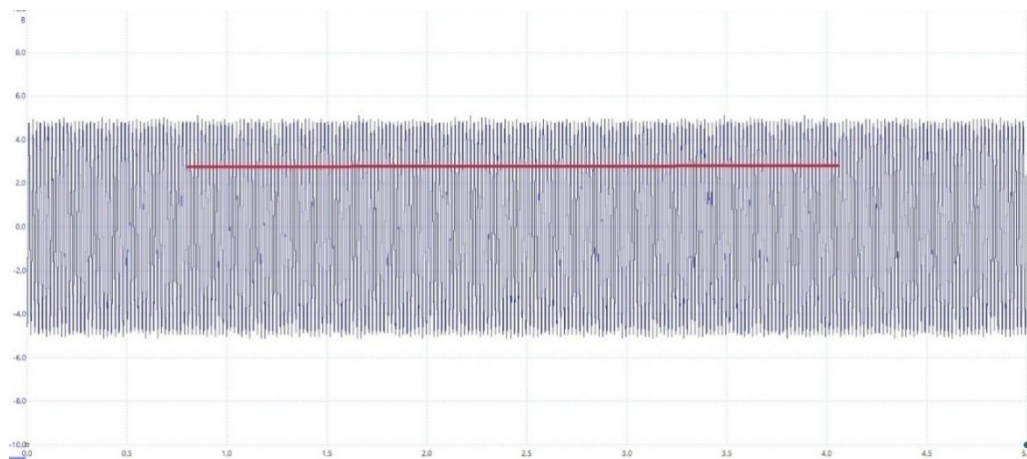


Рис. 3. Осциллограмма напряжения исправного электродвигателя с шагом 0,5 с

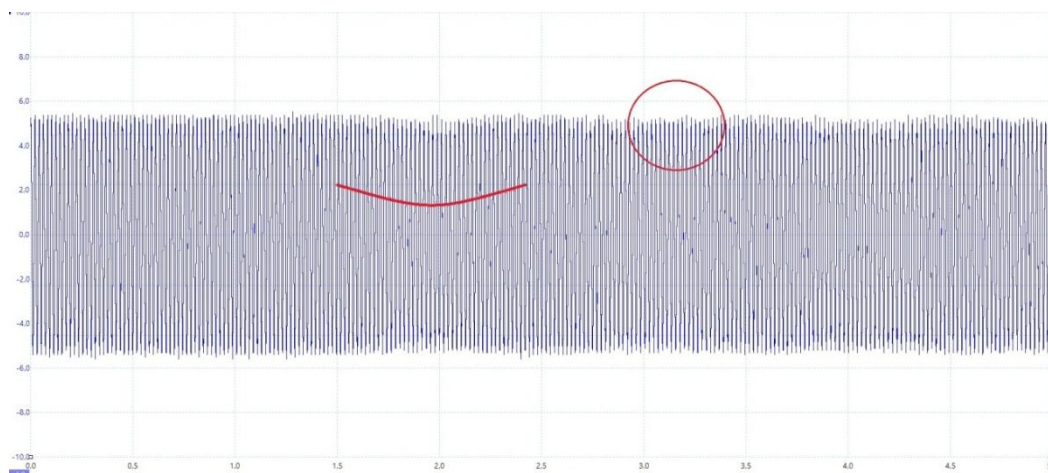


Рис. 4. Осциллограмма напряжения электродвигателя с неисправностью в подшипниковом узле с шагом 0,5 с

Как видно на рисунках 3 и 4, амплитуда электрического сигнала двигателя с неисправными подшипниками имеет большие отклонения по оси Y по сравнению с амплитудой электрического сигнала исправного двигателя, что вызывается неравномерностью распределения нагрузки на валу электродвигателя. Рассмотрим эти сигналы на более коротком промежутке времени с шагом 5 мс (рисунки 5 и 6).

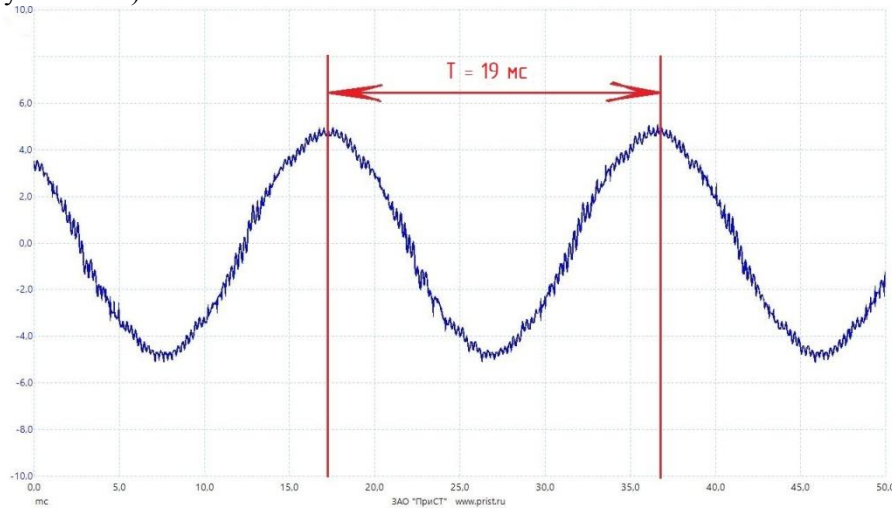


Рис. 5. Осциллограмма напряжения исправного электродвигателя с шагом 5 мс

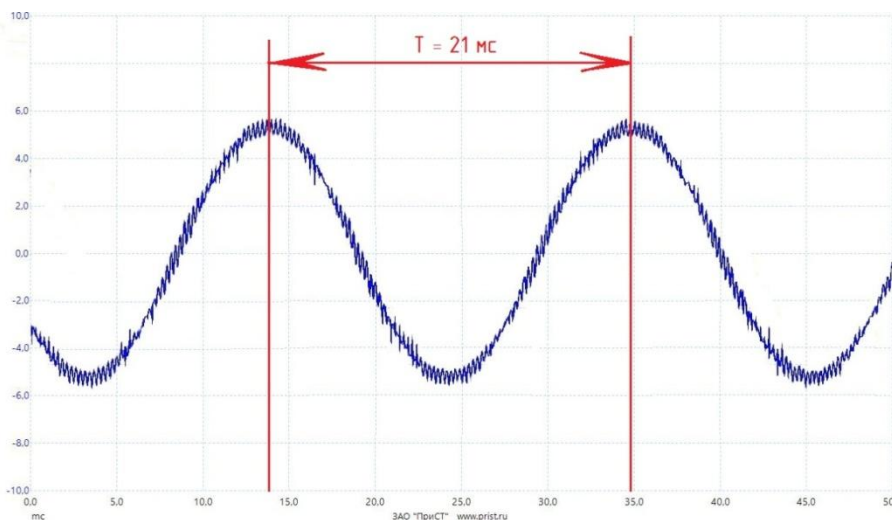


Рис. 6. Осциллограмма напряжения электродвигателя с неисправностью в подшипниковом узле с шагом 5 мс

Период электрического сигнала электродвигателя с неисправными подшипниками меньше периода электрического сигнала исправного двигателя. Это обуславливается тем, что частота вращения ротора электродвигателя с неисправными подшипниками меньше, чем у исправного, что сказывается на частоте вращения поля статора [2].

Отношение k_1 периода электрического сигнала двигателя с неисправностью в подшипниковом узле к периоду сигнала исправного двигателя:

$$k_1 = \frac{T_2}{T_1} \quad (2)$$

$$k_1 = \frac{T_2}{T_1} = \frac{19}{21} = 0,91$$

При этом частота вращения ротора исправного электродвигателя ω_1 равна 1500 об/мин; для электродвигателя с неисправностью в подшипниковом узле ω_2 она составляет 1300 об/мин. Отношение k_2 угловых скоростей вращения ω_2 к ω_1 :

$$k_2 = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (3)$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1300}{1500} = 0,87$$

Также имеет место увеличение сигнала электрического тока по амплитуде, что говорит от повышении нагрузки на валу электропривода.

Следует отметить, что увеличение амплитуды сигнала тока без её разброса по оси Y может говорить о механической неполадке, но при нормальном распределении нагрузки, а именно о заземлении вала, загрязнении системы, недостаточном количестве смазки.

Литература

1. *Фираго Б.И.* Регулируемые электроприводы переменного тока / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. – М.: Техноперспектива, 2006. – 363 с.
2. *Мищенко В.А.* Теория, способы и системы векторного и оптимального векторного управления электроприводами переменного тока / В.А. Мищенко. – М.: Информэлектро, 2002. – 168 с.
3. *Кочетков В.П.* Теория автоматизированного электропривода: Учеб. пособие / В.П. Кочетков, Г.А. Багаутинов; под ред. В.А. Трояна. – Е.: Изд. Уральского ун-та, 1992. – 328 с.

УДК 597.2/.5:551.465.45(265.52)

В.А. Ульченко

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (ВНИРО),
Москва, 107140
e-mail: ulchenko@vniro.ru*

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕМЕРСАЛЬНЫХ РЫБ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ И ТИХООКЕАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОД

При сопоставлении распределения демерсальных рыб с особенностями циркуляции вод в районе Юго-Восточной Камчатки и тихоокеанского побережья Северных Курильских островов в 1993–2000 гг. выявлены функциональные связи между уловами рыб и значениями динамических высот. Выделено три группы видов рыб, отличающихся отношением к динамическим высотам: предпочитающие районы с интенсивными течениями (минтай, треска, северный однопёрый и зайцеголовый терпуги, северная двухлинейная и узкозубая палтусовидная камбалы), предпочитающие районы с низкими скоростями течений (шипощёки, чёрный и азиатский стрелозубый палтусы, малоглазый макрурус), индифферентные (окунь-клювач, северный морской окунь, белокрылый палтус, угольная рыба, пепельный макрурус).

Ключевые слова: Юго-Восточная Камчатка, Северные Курильские острова, сезонное распределение, демерсальные виды рыб, динамическая высота, циркуляция вод.

V.A. Ulchenko

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),
Moscow, 107140
e-mail: ulchenko@vniro.ru*

SOME PECULIARITIES OF DEMERSAL FISH SEASONAL DISTRIBUTION RELATED TO THE WATER CIRCULATION IN THE AREAS OF SOUTHEASTERN KAMCHATKA AND NORTHERN KURIL

The comparison of long-term data on 16 species of the demersal fish seasonal distribution in relation to the water circulation in the areas of Southeastern Kamchatka and the northern Kuril Islands from 1993 to 2000 is presented. Some functional relationships between bottom trawl catch rates and water masses of dynamic height were detected. Three species groups in relation to dynamic height of habitation were determined: the first one preferred the areas with heavy currents (walleye Pollock, Pacific cod, Atka mackerel, rock greenling, northern rock sole, flathead sole), the second preferred the areas with low current velocity (shortspined thornyhead, broadbanded thornyhead, Kamchatka flounder, Greenland halibut, giant grenadier), species of the third group were indifferent to currents velocity (Pacific Ocean perch, shortraker rockfish, Pacific halibut, sablefish, popeye grenadier).

Key words: Southeastern Kamchatka, Northern Kuril Islands, seasonal distribution, demersal fish, dynamic height, circulation of waters.

Введение

На протяжении трёх последних десятилетий донная ихтиофауна тихоокеанских вод Курило-Камчатского района интенсивно изучается, однако до сих пор исследования носили преимущественно ихтиологическую и промыслово-биологическую направленность, в то время как, изучению условий среды обитания демерсальных рыб уделялось лишь незначительное внимание [1–6].

Отношения между особенностями пространственного распределения основных промысловых видов рыб из этого района и некоторыми океанографическими характеристиками были рассмотрены Кантаковым [1]. Сезонная динамика распределения демерсальных рыб в зависимости

от придонной солёности и температуры воды описана в работах Ульченко и Орлова [7, 8]. Влияние вихрей на пространственное распределение некоторых донных видов рыб проанализировано в статье Орлова [9]. Между тем, взаимосвязи между динамикой течений, водными массами и характером распределения рыб в исследуемом районе ещё изучены недостаточно даже в отношении самых многочисленных и важных для промысла видов.

Собранные в 1993–2000 гг. данные дают возможность ещё раз обратиться к проблеме связи особенностей сезонного распределения наиболее используемых промыслом донных видов рыб с океанографическими условиями.

Задачи исследования: выявить возможные взаимосвязи между сезонным распределением демерсальных рыб и изменчивостью циркуляции вод в районе Юго-Восточной Камчатки и тихоокеанского побережья Северных Курильских островов.

Материал и методы исследования

Настоящая работа основана на материалах, собранных в 20 научно-промысловых рейсах на трёх однотипных среднетоннажных рыболовных траулерах японской постройки, специально оборудованных для ведения донного тралового промысла на участках со сложными и задевитыми грунтами. В период с 1993 по 2000 гг. были проведены 20 совместных океанологических и учётных траловых ихтиологических съёмок. Всего было выполнено 1311 учётных донных тралений и океанологических станций. На весну пришлось 4 съёмки (258 станций), лето – 7 съёмок (460 станций) и осень – 9 съёмок (593 станции).

Район исследований включал внешний участок шельфа и верхнюю часть материкового склона Юго-Восточной Камчатки и тихоокеанского побережья Северных Курильских островов (рисунок).

Работы выполнялись за пределами 12-мильной зоны Российской Федерации в интервале глубин от 70 до 840 м с апреля по ноябрь включительно.

Объектами исследований являлись 16 основных промысловых видов рыб.

Для выполнения научно-промысловых тралений на судах использовались донные тралы. Океанологические станции выполнялись по стандартной методике с помощью гидрологического зонда TSD-1000 фирмы «Alec Electronic Corp.». Для получения картины циркуляции вод в районе исследований по материалам всех съёмок были проведены расчёты динамических высот от отсчётной (нулевой) поверхности на уровне горизонта 500 м. Для анализа связей между средними индексами относительной численности (улов кг/час траления) и величинами динамических высот использовался метод многофакторного корреляционного анализа.

Результаты и обсуждение

В районе исследований прибрежная ветвь Курило-Камчатского течения при взаимодействии с рельефом дна образует ряд мезо- и микромасштабных меандров и круговоротов. Так практически всегда у Юго-Восточной Камчатки отмечается циклонический меандр. На относительно широком шельфе о-вов Шумшу и Парамушир устойчиво наблюдается антициклоническое движение вод, а центр антициклона, если таковой формируется, в зависимости от условий года и сезона смещается на север или на юг. От южной оконечности о. Парамушир на юго-запад сложный рельеф усиливает неустойчивость потока и здесь формируется активная динамическая зона с двумя и более разнонаправленными меандрами и круговоротами, приуроченными к скло-

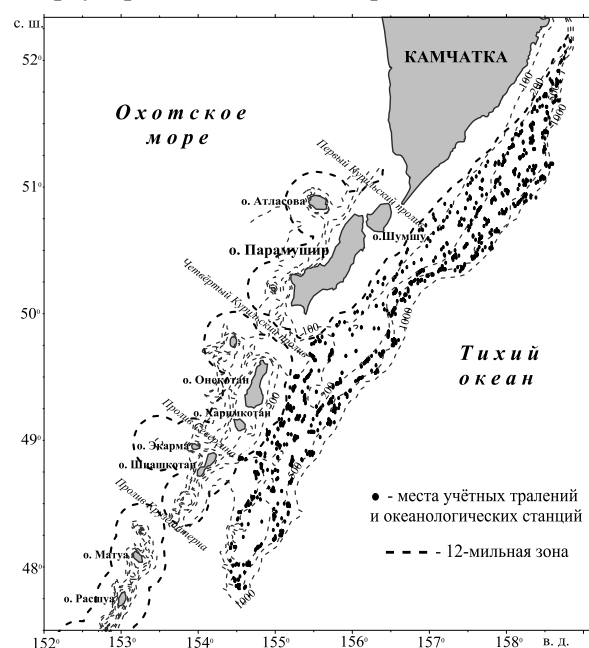


Схема совместных учётных траловых и океанологических станций

нам банок и предустьевой котловины Четвёртого Курильского пролива. Статистически в этом районе преобладает антициклоническая завихрённость потока Курило-Камчатского течения, разделяемая на отдельные образования более маломасштабными меандрами и круговоротами с циклоническим движением вод [10].

Специфика гидрологического режима района накладывает существенный отпечаток на распределение большинства изучаемых видов рыб.

Анализируя вероятные связи между изменениями значений динамических высот и средневзвешенными уловами рыб, можно констатировать, что для шипощёков, чёрного и азиатского стрелозубого палтусов и малоглазого макруруса во все рассматриваемые сезоны года характерны высокие отрицательные функциональные зависимости между исследуемыми параметрами, в то время как для минтая (весна, лето), трески, северного однопёрого (весна, лето) и зайцеголового терпуга, двухлинейной и палтусовидной (весна, осень) камбал – высокие положительные (табл.). Сезонные различия характера распределения плотности скоплений в зависимости от циркуляции вод у таких видов как окунь-клювач, северный морской окунь, белокорый палтус, угольная рыба и пепельный макрурус (весна, лето) были выражены слабо.

Множественная корреляция (R^2) между средневзвешенными динамическими высотами (0–500 м) в районе исследований и средними уловами рыб в 1993–2000 гг.

Вид	R^2		
	Весна	Лето	Осень
Минтай <i>Theragra chalcogramma</i>	0,509	0,518	0,206
Тихоокеанская треска <i>Gadus macrocephalus</i>	0,871	0,941	0,702
Северный однопёрый терпуг <i>Pleurogrammus monopterygius</i>	0,944	0,818	0,324
Зайцеголовый терпуг <i>Hexagrammos lagocephalus</i>	0,801	0,714	0,734
Тихоокеанский окунь-клювач <i>Sebastes alutus</i>	0,207	–0,286	0,028
Северный морской окунь <i>Sebastes borealis</i>	0,055	–0,428	–0,350
Длиннопёрый шипощёк <i>Sebastolobus macrochir</i>	–0,562	–0,737	–0,626
Аляскинский шипощёк <i>Sebastolobus alascanus</i>	–0,483	–0,561	–0,679
Северная двухлинейная камбала <i>Lepidopsetta polyxystra</i>	0,914	0,862	0,877
Узкозубая палтусовидная камбала <i>Hippoglossoides elassodon</i>	0,514	0,369	0,795
Белокорый палтус <i>Hippoglossus stenolepis</i>	0,367	0,113	0,125
Тихоокеанский чёрный палтус <i>Reinhardtius hippoglossoides matsuurae</i>	–0,736	–0,652	–0,505
Азиатский стрелозубый палтус <i>Atheresthes evermanni</i>	–0,497	–0,820	–0,544
Угольная рыба <i>Anoplopoma fimbria</i>	–0,304	0,117	–0,262
Пепельный макрурус <i>Coryphaenoides cinereus</i>	0,237	–0,420	–0,493
Малоглазый макрурус <i>Albatrossia pectoralis</i>	–0,761	–0,583	–0,637

Воспроизводство минтая происходит в районе, где доминирует Курило-Камчатское течение, имеющее скорость около 10 миль в сутки. По предположению Буслова [11] в районе Четвёртого Курильского пролива, в силу сложившихся там гидрологических условий, нагуливаются значительные скопления молоди минтая, мигрирующей из вод юго-восточного побережья Камчатки. В результате наших работ было выявлено, что в весенне-летний период скопления минтая тяготеют к участкам с высокими скоростями течений в антициклонических круговоротах.

Для трески максимальные скопления отмечены в зонах опускания вод - антициклонических рингах. Участки нереста трески приурочены к зонам с высокой динамикой вод, где система течений способствует переносу личинок трески в шельфовую зону. Наши исследования подтверждают придерживаемость скоплений трески к районам с интенсивными течениями во все рассматриваемые сезоны.

Северный однопёрый терпуг в весенние месяцы концентрируется в зонах подъёма вод, а к осеннему периоду максимальные скопления обнаруживались у зон антициклонического вращения с опусканием вод [1]. Нерест терпуга проходит вблизи прибрежных рифов на скалистых и каменистых грунтах на участках с максимальной скоростью течений [12].

Благоприятными условиями обитания зайцеголового терпуга можно считать наличие сложной системы циркуляции вод с вихревыми образованиями, способствующих подъёму на шельф относительно тёплых глубинных океанических вод. Образует сравнительно плотные концентрации на участках с максимальной скоростью непериодических течений [3].

В целом полученные нами данные, подтверждают результаты исследований других авторов о приуроченности повышенных скоплений терпугов к участкам с интенсивным течением во все сезоны (кроме осеннего для северного однопёрого терпуга).

У тихоокеанского окуня-клювача места вымета предличинок самками приурочены к склонам подводных поднятий с участками антициклонических и циклонических круговоротов, которые препятствуют разнесу его личинок [2]. На этих склонах формируются столбчатые вихри с более слабой динамикой вод внутри, по сравнению с окружающими.

Северный морской окунь преимущественно концентрируется в пределах комплекса подводных поднятий в южной части района, где существуют квазистационарные антициклонические вихри и происходит вымет предличинок окуня.

Как показали наши исследования, зависимости уменьшения или увеличения концентраций морских окуней от циркуляции вод в рассматриваемые сезоны нами не выявлено. Различия распределения окуней от течений были выражены слабо.

Аляскинский и длиннопёрый шипощёки образуют локальные концентрации в зоне действия круговоротов, препятствующих разнесу ранней молоди, улучшению её кормовых условий и повышению выживаемости. По нашим данным, шипощёки весной, летом и осенью преимущественно были сосредоточены в районах, где отсутствовали сколь-нибудь интенсивные течения.

Экологической особенностью северной двухлинейной камбалы является обитание в районах с повышенными скоростями постоянных течений, препятствующих осадконакоплению. По материалам наших исследований максимальные скопления камбалы отмечались в зонах опускания вод антициклонического характера с повышенными скоростями потока.

Участки наиболее плотных скоплений узкозубой палтусовидной камбалы в различные сезоны года совпадают с местами нереста и располагаются в зоне действия антициклонических квазистационарных круговоротов [1, 13]. Нами была выявлена взаимосвязь формирования промысловых скоплений палтусовидной камбалы в местах с интенсивным антициклоническим движением вод весной и осенью.

Палтусы могут быть многочисленными только в тех районах, в которых течения с одной стороны выносят икру и пассивно дрейфующих личинок на мелководье, являющееся местом обитания молоди, а с другой стороны благодаря круговоротам, задерживают их на длительное время над мелководными участками [2]. Половозрелые особи чёрного палтуса распространены повсеместно на локальных участках, совпадающих с местами квазистационарных циркуляций водных масс, а их нерест происходит на всём протяжении материкового склона, как в зоне круговоротов, так и вне их.

По данным наших исследований, белокорый палтус во все рассматриваемые сезоны не проявлял значительной изменчивости скоплений от характера циркуляции вод. Чёрный и азиатский стрелозубый палтусы придерживались районов с малоподвижными водными массами.

Угольная рыба концентрируется в зоне действия квазистационарных круговоротов, существенно повышающих результативность её нереста. Как показали наши исследования, динамика вод в течение года не играет существенной роли в распределении угольной рыбы.

Малоглазый и пепельный макрурусы сосредоточиваются в зонах опускания вод и в районах с повышенной вертикальной турбулентностью, отличающихся высокой биологической продуктивностью [5, 6]. Результаты наших работ выявили, что во все сезоны малоглазый макрурус предпочитал участки верхней части материкового склона с менее интенсивным течением, пепельный макрурус концентрировался в аналогичных районах только осенью.

Заключение

В результате проведённого анализа выявлены некоторые закономерности сезонного распределения демерсальных рыб и условия формирования промысловых скоплений в зависимости от циркуляции вод в районе Юго-Восточной Камчатки и тихоокеанской стороны Северных Курил.

В целом по отношению к динамическим высотам в районе Юго-Восточной Камчатки и тихоокеанского побережья Северных Курил можно выделить три основных группы видов:

1. С положительной множественной корреляцией – виды, которые предпочитают районы с интенсивными течениями. Характерными видами этой группы являются минтай (весна, лето), треска, северный однопёрый (весна, лето) и зайцеголовый терпуги, двухлинейная и палтусовидная (весна, осень) камбалы.

2. С отрицательной множественной корреляцией – виды, предпочитающие участки с низкими скоростями течений. В эту группу входят: шипощёки, чёрный и азиатский стрелозубый палтусы и малоглазый макрурус.

3. Индифферентные виды, для распределения которых циркуляция вод не играет особой роли. Для этой группы характерны: окунь-клювач, северный морской окунь, белокорый палтус, угольная рыба и пепельный макрурус (весна, лето).

Наибольшее количество изучаемых видов рыб концентрировалось в зонах действия квазистационарных антициклонических круговоротов.

Литература

1. Кантаков Г.А. Океанографический режим тихоокеанского шельфа и материкового склона Северных Курил и его влияние на распределение водных объектов // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992-1998 гг.: Сб. науч. тр. – М.: Изд-во ВНИРО, 2000. – С. 54–64.

2. Новиков Н.П. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. – М.: Пищ. пром., 1974. – 308 с.

3. Орлов А.М., Золотов О.Г. Распределение и некоторые черты биологии зайцеголового терпуга *Hexagrammos lagosephalus* в тихоокеанских водах Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки // Вопр. ихтиологии, М.: 2010. – Т. 50, № 2. – С. 216–230.

4. Орлов А.М., Ульченко В.А. Многолетние изменения донной температуры воды в Северной Пацифике у Северных Курильских островов и Южной Камчатки и относительная численность донных видов рыб // Вопр. пром. океанологии. – 2009. – Вып. 6. – № 1. – М.: Изд-во ВНИРО. – С. 189–209.

5. Сюсина Т.И. Пепельный макрурус // Биологические ресурсы Тихого океана. – М.: Наука, 1986. – С. 241–247.

6. Тупоногов В.Н., Куренной А.А. Малоглазый макрурус // Биологические ресурсы Тихого океана. – М.: Наука, 1986. – С. 233–240.

7. Ульченко В. А., Орлов А. М. Сезонная динамика распределения демерсальных видов рыб тихоокеанского побережья Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки в зависимости от придонной солёности воды // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – 2013. – № 3. – URL: <http://www.science-education.ru/109-9430> (дата обращения: 26.11.2015).

8. Ul'chenko V. A., Orlov A. M. Seasonal Dynamics in the Distribution of Demersal Fish Species in the Pacific Ocean Coast of the Northern Kuril Islands and Southeastern Kamchatka Regarding the Near-Bottom Water Temperature // Journal of Ichthyology. – 2013. – Vol. 53, No. 11. – P. 982–993.

9. Orlov A.M. Impact of eddies on spatial distributions of groundfishes along waters off the northern Kuril Islands, and southeastern Kamchatka (North Pacific Ocean) / Indian Journal of Marine Sciences, 2003. – Vol. 32, No. 2. – P. 95–113.

10. Богданов К.Т., Мороз В.В. Структура, динамика и акустические характеристики вод проливов Курильской гряды. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 146 с.

11. Буслов А.В. Новые данные о распределении и миграции минтая в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки. – Владивосток: Изв. ТИНРО, 2001. – Т. 128. – Ч. 1. – С. 229–241.

12. Дудник Ю.И., Золотов О.Г. Распространение, особенности биологии и промысел однопёрых терпугов рода *Pleurogrammus* (Hexagrammidae) в прикурильских водах // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг.: Сб. науч. тр. – М.: Изд-во ВНИРО, 2000. – С.78–90.

13. Орлов А.М., Тарасюк С.Н., Токранов А.М. Узкозубая палтусовидная камбала *Hippoglossoides elassodon* восточного побережья Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки: особенности распределения, биологии и динамики уловов // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – Магадан, 2010. – № 4. – С. 45–62.

УДК 574.62:595.384.2(265.51-16)"2005/2015"

П.А. Федотов

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),
Владивосток, 690091
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАБА-СТРИГУНА *CHIONOECETES BAIRDI*
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ
В ПЕРИОД 2005–2015 гг.**

Данное сообщение основано на материалах донных траловых съемок 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг. в северо-западная часть Берингова моря ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны. Рассмотрены динамика пространственного распределения промысловых самцов, их размерный состав и изменения состояния промыслового запаса этого вида крабов. Отмечено, что по сравнению с прошлыми годами, за исключением 2014 г., в 2015 г. расположение промысловых скоплений изменилось незначительно. По численности по-прежнему преобладали крабы из наваринского п/района – 68% от их общего промыслового запаса в Западно-Берингоморской зоне. Численность самцов промыслового размера, после исторического максимума в 2012 г. (14,4 млн экз.), постоянно снижалась и в 2015 г. была оценена в 3,4 млн экз. Это снижение было связано в основном с естественными причинами. Доля промысловых самцов, в сравнении с 2014 г., увеличилась вдвое и составляла 26,7%. Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал, что средние размеры промысловых самцов в 2005–2015 гг. менялись незначительно и варьировали в пределах 128–130 мм. В целом состояние популяции этого вида можно считать стабильно низким и тенденции к увеличению промыслового запаса в ближайшее время не просматриваются.

Ключевые слова: краб-стригун берди, северо-западная часть Берингова моря, промысловый запас, численность, плотность, размерные группы, общий средний размер, средний размер промысловых самцов, доля промысловых самцов.

P.A. Fedotov

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),
Vladivostok, 690091
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**DISTRIBUTION, STATE OF STOCKS AND SOME BIOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF *CHIONOECETES BAIRDI* IN NORTHWEST PART OF THE BERING SEA
DURING 2005–2015**

This paper is based on the materials of ground trawling surveys in 2005, 2008, 2010, 2012 and 2015 in the northwest part of the Bering Sea. Dynamics of spatial distribution of commercial males, their size structure and changes in commercial stock state of this crab species are considered. It is noted that in comparison with previous years, except for 2014, in 2015 the location of commercial stock changed insignificantly. Crab abundance from Navarinsky area still prevailed - 68% of the total commercial stock in the northwest part of the Bering Sea. The number of commercial males after the historical maximum in 2012 (14,4 million crabs) constantly decreased and in 2015 the number was 3,4 million. This decrease was connected generally with the natural reasons. The share of commercial males in comparison with 2014 increased twice and was 26,7%. The analysis of interannual dynamics in male size showed that the average sizes of commercial males in 2005-2015 changed insignificantly and varied within 128-130 mm. In general the state of population of this species can be considered steadily low and without the tendency to increasing commercial stock in the nearest future.

Key words: tanner crab, northwest part of the Bering Sea, commercial stock, abundance, density, size groups, total average size, average size of commercial males, share of commercial males.

Краб-стригун берди является второстепенным объектом среди промысловых крабов северо-западной части Берингова моря. Его промысловый запас значительно уступает таковому у синего краба и краба-стригуна опилио, тем не менее, промысловая ценность этого вида достаточно велика. Начиная с 2012 г. его среднесуточная добыча не опускалась ниже 2,0 т, а максимальный средний улов на судосутки за 2013 г. достигал 3,8 т, в 2015 г. он в среднем составлял 2,9 т на судосутки.

Изучению биологии этих видов в данном районе посвящено достаточно большое количество публикаций [1–8]. Однако, после 2000 г. их число было минимальным [9–13]. В какой-то степени возместить этот недостаток призвано это сообщение.

В данной работе рассматриваются межгодовые динамики промыслового запаса и размерного состава данного вида, тенденции распределений скоплений промысловых самцов, а также некоторые особенности биологии этого вида с целью его дальнейшего рационального использования.

Материалами для статьи послужили данные полученные при выполнении донных траловых съемок 2005–2015 г. (2005, 2008, 2010, 2012, 2014 и 2015 гг.) в ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны и Чукотского промыслового района. Исследования выполнялись донным тралом 27,1/24,4 м с вертикальным раскрытием 3-4 м и горизонтальным 16,26 м.

В результате многолетних исследований синего краба и крабов-стригунов опилио и берди было выяснено расположение скоплений их самцов и самок, и, соответственно этому выделены следующие районы:

Анадырский – с севера ограничен $65^{\circ}30'$ с.ш., с юга – $62^{\circ}39'$ с.ш., с востока ограничен разделительной линией рыболовных зон РФ и США, с запада проходит по траверзу м. Фаддея ($62^{\circ}39'$ с.ш., $179^{\circ}37'$ в.д.).

Олюторско-Наваринский – с севера ограничен береговой линией, с запада и востока ограничен мысами Олюторский и м. Фаддея.

Олюторско-Наваринский район подразделялся на 2 подрайона:

– участок между м. Олюторский и $176^{\circ}00'$ в.д. (корякский п/район).

– участок между $176^{\circ}00'$ в.д. и м. Фаддея (наваринский п/район);

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартной гидробиологической методике, принятой в ТИНРО-Центре [14].

У крабов выделялись следующие размерные группы: промысловые самцы – ширина карапакса 120 мм и более, непромысловые самцы – ширина карапакса 120 мм и менее. Непромысловые самцы подразделялись по ширине карапакса на следующие группы: пререкруты I порядка – 105–119 мм, пререкруты II порядка – 90–104 мм, молодые самцы – менее 90 мм.

В период исследований промысловые скопления традиционно располагались в Олюторско-Наваринском районе в исключительной экономической зоне, одно находилось в районе корякского шельфа, 2-е – в наваринском п/районе (рис. 1). Менялось только соотношение по численности промысловых самцов между ними. В террводах были отмечены лишь незначительные концентрации промысловых самцов. Скопления молодых самцов, пререкрутов и самок в основном наблюдались также в Олюторско-Наваринском районе. В Анадырском заливе краб-стригун берди в уловах встречался единично.

В 2015 г., как и ранее, за исключением 2014 г. когда съемка была выполнена на меньшей площади, расположение промысловых скоплений изменилось незначительно. В ИЭЗ у промысловых самцов были отмечены 2 скопления. В корякском п/районе промысловые самцы обитали в основном в районе с координатами $173^{\circ}00'$ – $177^{\circ}00'$ в.д. на глубинах 50–120 м. Промысловое скопление отмечено на глубинах 60–110 м, средняя плотность поселений самцов была равна 315 экз./км². Численность промысловых самцов была оценена в 1,074 млн экз. (32% от общей численности самцов промыслового размера). В наваринском п/районе промысловые самцы встречались в основном на участке с координатами $178^{\circ}50'$ в.д. – $177^{\circ}00'$ в.д. на глубинах 100–300 м. Скопление было отмечено на глубинах 170–270 м, средняя плотность поселений не превышала 180 экз./км². Численность промысловых самцов была равна 2,312 млн. В Анадырском заливе промысловые самцы обнаружены не были.

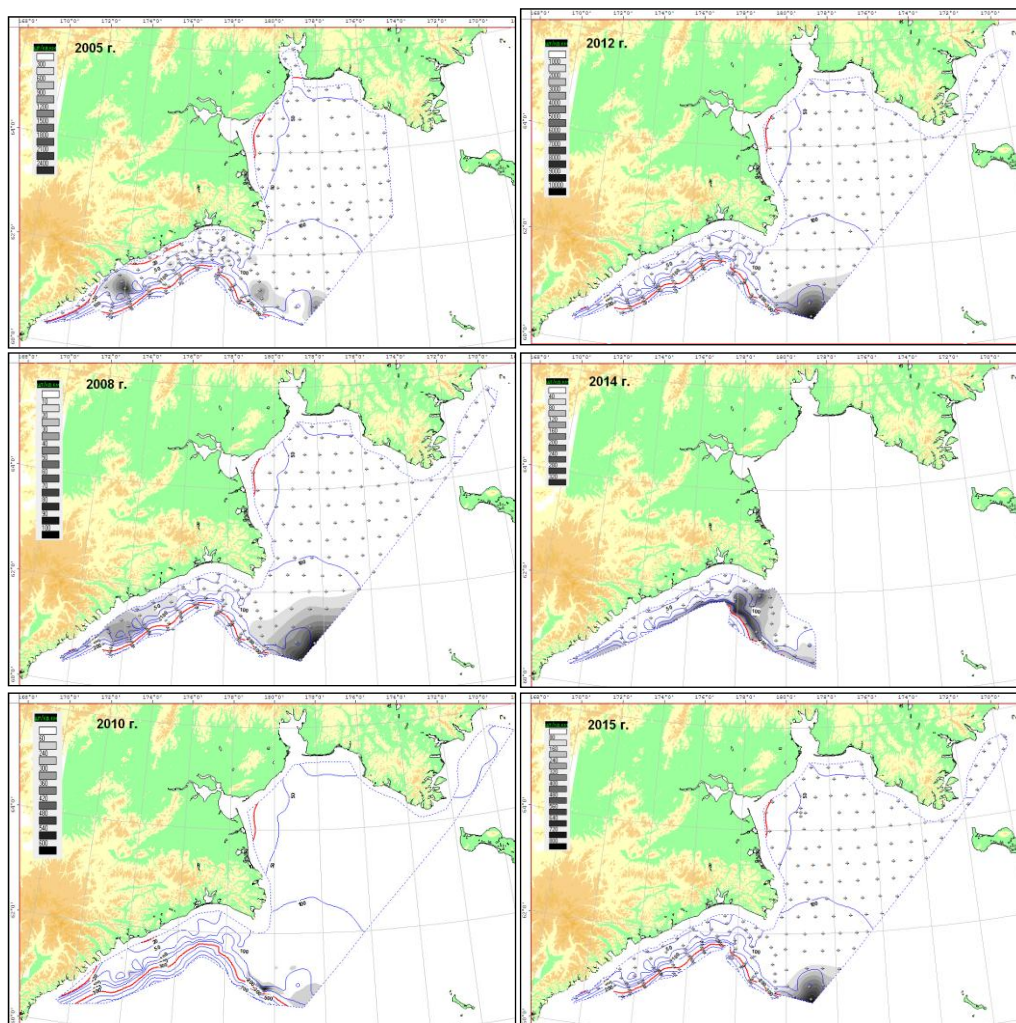


Рис. 1. Распределение промысловых самцов краба-стригуна берди в ИЭЗ в 2005, 2008, 2010, 2012, 2014 и 2015 г. (по данным траловой съемки). Шкала – экз./ км²

Динамика промыслового запаса в период с 2005 г. по 2015 г. показана на рисунке 2.

В 2005 г. промысловый запас был оценен в 5,6 млн экз. К 2006 г. величина запаса возросла до 9,3 млн экз. После этого, в 2007 г. он упал до 3,7 млн экз. и в период с 2008 по 2010 г. находился на низком уровне – 3,4–2,3 млн экз. Это снижение было связано с малочисленностью пополнения и естественной смертностью старших возрастных групп.

В 2011 г. произошло почти 4-кратное увеличение численности промысловых самцов – до 8,1 млн экз. В основном оно было связано с тем, что обнаруженное в террводах в 2010 г. большое количество молодых самцов (84,9 млн экз.) в 2011–2012 гг. вышли за пределы 12-мильной зоны и пополнили группу пререкутов и рекрутов, которые в свою очередь увеличили промысловую и непромысловую части популяции краба-стригуна берди. В 2012 г. промысловый запас был оценен в 14,4 млн экз., в 2013 г. он снизился до 5,9 млн экз., а в 2014 г. составил всего 3,0 млн экз. Это снижение связано в первую очередь с естественной смертностью, а не с промыслом этого вида. В 2015 г. численность промысловых самцов была оценена в 3,386 млн экз.

Размерный состав и соотношение размерных групп самцов стригуна берди в 2005–2015 гг. представлен на рисунке 3 и в таблице 1.

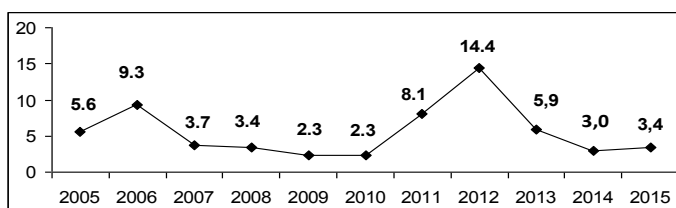


Рис. 2. Динамика промыслового запаса стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне в 2005–2015 гг. По оси абсцисс – годы; по оси ординат – млн экз.

Соотношение разных размерных групп самцов *Ch. bairdi* в Западно-Беринговоморской зоне в 2005, 2008, 2010, 2012, 2014 и 2015 гг. (по данным траловых съемок), %

Год	Ширина карапакса, мм					% промысловых
	<90	90–104	105–119	120–129	≥130	
2005	57,4	11,4	12,7	10,7	7,8	18,5
2008	80,7	9,3	6,7	2,3	1,0	3,3
2010	51,2	18,8	18,1	8,0	3,9	11,9
2012	29,5	11,3	25,2	15,7	18,3	34,0
2014	46,9	15,6	24,4	6,2	6,9	13,1
2015	28,2	24,1	21,0	13,7	13,0	26,7

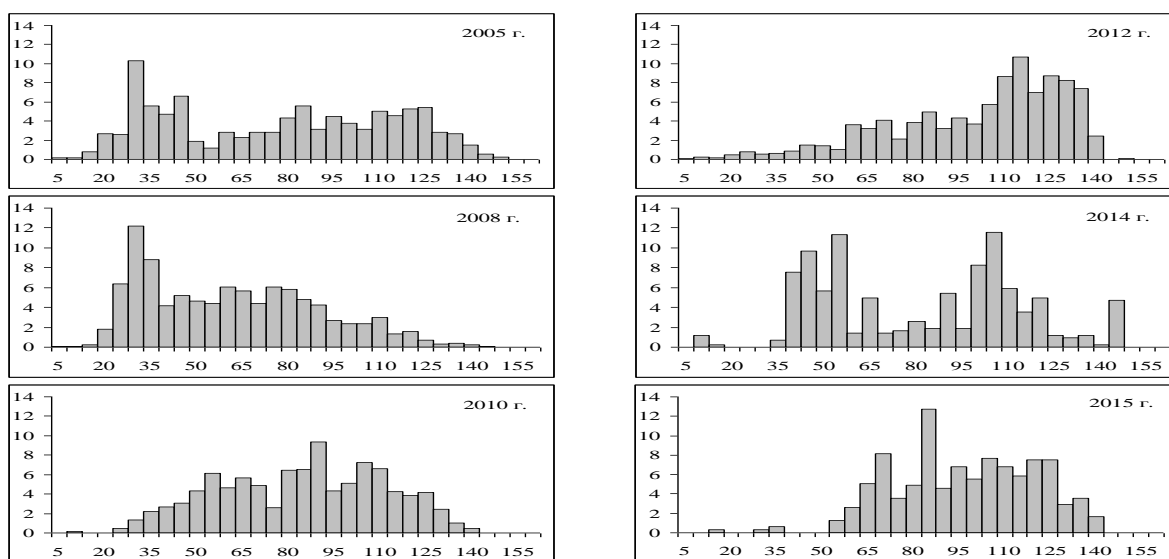


Рис. 3. Размерный состав самцов стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне в 2005, 2008, 2010, 2012, 2014 и 2015 гг. (по данным траловых съемок).

По шкале абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – частота встречаемости, %

Размерный состав самцов в период 2005–2015 гг. резко менялся. Рассматривая межгодовую динамику размерного состава самцов стригуна берди можно отметить следующее. Максимальная доля молодых самцов была отмечена в 2008 г. – 80,7%, к 2012 г. она снизилась до 29,5%, а в 2014 г. снова увеличилась до 46,9%. Доля пререкрутов I порядка была минимальна в 2008 г. – 6,7%, к 2012 г., за счет выросших молодых самцов 2008 г., она возросла до 25,2%, а в 2014 г. осталась на том же уровне. Аналогичная картина, в этот же период времени, наблюдалась и у самцов промыслового размера, однако в отличие от пререкрутов, их доля резко снизилась с 34,0 (2012 г.) до 13,1% (2014 г.). В 2015 г. вдвое увеличилась доля промысловых самцов, но в 1,6 раза уменьшилась доля молодых самцов, доля пререкрутов I порядка почти не изменилась.

Средний размер промысловых самцов в последние годы практически не менялся: в 2008 г. – 129,5 мм, в 2010 г. – 127,7 мм, в 2012 г. – 129,5 мм, в 2014 г. – 130 мм, в 2015 г. – 128,5 мм.

Суммарная биомасса самцов и самок краба-стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне составляла – 3,801 тыс. т. На корякский п/район приходилось 1,489 тыс. т. (39,1%). В Наваринском п/районе величина биомассы была равна 1,990 тыс. т (52,4%), в анадырском районе она была минимальна – 0,321 тыс. т. (8,5%).

Анализ величин биомасс разных функциональных групп краба-стригуна берди показал, что среди промысловых самцов почти 85% ее приходилось на наваринский п/район (табл. 2). Большая часть биомассы самок и непромысловых самцов – 59,4 и 72,0% относилось к району корякского шельфа, в анадырском районе их доли были минимальны – 10,6 и 10,3%.

Соотношение полов в 2015 г. в разных п/районах заметно отличалось друг от друга. В корякском было отмечено незначительное преобладание самцов – 1,7, в наваринском п/районе и анадырском районе явно доминировали самцы – 5,8 и 4,8. В целом, соотношение полов составляло 2,4.

Биомасса краба-стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне в июне – августе 2015 г.

Район/подрайон	промысловые		непромысловые		самки	
	В, тыс.т.	Доля, %	В, тыс.т.	Доля, %	В, тыс.т.	Доля, %
Корякский	0,153	9,5	1,132	59,4	0,204	72,0
Наваринский	1,367	84,9	0,572	30,0	0,050	17,7
Олюторско-Наваринский	1,521	94,4	1,704	89,4	0,255	89,7
Анадырский	0,091	5,6	0,201	10,6	0,029	10,3
Зап.-Беринговоморская зона	1,611	100,0	1,906	100,0	0,284	100,0

Состояние популяции краба-стригуна берди, несмотря на некоторые изменения в последние годы в численности (снижение) и пространственном распределении, можно считать стабильно низким и удовлетворительным.

Литература

1. Слизкин А.Г. Особенности распределения крабов (*Lithodidae et Majidae*, Crustacea, Decapoda) в Беринговом море // Тр. ВНИРО. – 1974. – Т. 99. – С. 29–37.
2. Тарвердиева М.И. О питании крабов – стригунов *Chionoecetes opilio* и *Ch. bairdi* в Беринговом море // Зоол. журн. – 1981. – Т. 60. – Вып. 7. – С. 991–997.
3. Слизкин А.Г. Особенности распределения крабов (*Lithodidae et Majidae*, Crustacea, Decapoda) в Беринговом море // Тр. ВНИРО. – 1974. – Т. 99. – С. 29–37.
4. Слизкин А.Г. Ареалы некоторых видов крабов в Беринговом море // Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана: Тез. докл. – Л., 1974 а. – С. 61–62.
5. Слизкин А. Г. Распределение и сравнительная экология крабов (*Lithodidae et Majidae*) в северо-западной части Тихого океана. – М.: Наука, 1977. – Вып. 2. – С. 28–29.
6. Слизкин А.Г., Сафонов С.Г. Промысловые крабы прикамчатских вод. Владивосток, 2000 – 180 с.
7. Slizkin A. G. Tanner crabs (*Chionoecetes opilio*, *C. bairdi*) of the Northwest Pacific: Distribution, Biological, Peculiarities and Population Structure // Proc. Internat. Symp. on King and Tanner crabs. Nov. 28–30, 1989, Anchorage, AK, USA, 1990. – P. 27–33.
8. Slizkin A.G., Fedoseev V.Y. Distribution, biology, population structure and abundance of tanner crabs in the Bering Sea // Proceedings of the International Scientific Symposium on Bering Sea Fisheries. Sitka, Alaska, USA, NOAA, Seattle, 1988. – P. 316–347.
9. Слизкин А.Г., Кобликов В.Н., Федотов П.А. Промысловая мера для краба-стригуна бэрда в российских водах ДВ морей // Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. "Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование". – Петропавловск-Камчатский, 2013.
10. Федотов П.А. Некоторые особенности биологии шельфовых и глубоководных видов крабов в Западно-Беринговоморской зоне // Тез. докл. IV межд. науч. конф. «Морские прибрежные экосистемы и продукты их переработки». – Южно-Сахалинск, 2011.
11. Федотов П.А. Межгодовая динамика размеров половозрелости самцов и самок краба-стригуна берди в северо-западной части Берингова моря // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Тез. докл. XIII межд. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2012.
12. Федотов П.А. Летнее распределение и некоторые особенности биологии промысловых видов крабов северо-западной части Берингова моря // Природные ресурсы их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Тез. докл. IV Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2013.
13. Федотов П.А. Травматизм (аутономия) у промысловых видов крабов в северо-западной части Берингова моря // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский, 2014.
14. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. // Под рук. В.Е. Родина и др. – Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), 1979. – 59 с.

УДК 574.62:595.384.2(265.51-16)"2005/2015"

П.А. Федотов, А.С. Соколов

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),
Владивосток, 690091
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ
КРАБОВ-СТРИГУНОВ *CHIONOECETES ANGULATUS* И *CH. TANNERI*
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ В 2005–2015 гг.**

На основании материалов донных траловых съемок 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг. в Западно-Беринговоморской зоне проанализированы межгодовая динамика пространственного распределения промысловых самцов и состояние промыслового запаса этих видов крабов. Рассмотрен размерный состав самцов этих видов в период с 2005 по 2015 гг.

Установлено, что размерный состав самцов стригуна ангулятуса из наваринского п/района заметно отличался от такового в корякском п/районе. Все средние размерные характеристики самцов ангулятуса в наваринском п/районе были ниже, чем в корякском. Средние размеры промысловых самцов менялись незначительно и находились в пределах 112–117 мм. У самцов краба-стригуна таннери средние размеры промысловых самцов менялись незначительно.

Данные по численности промыслового запаса стригунов ангулятуса и таннери, полученные в 2015 г., отличались от результатов съемок предыдущих лет. Состояние популяций крабов-стригунов ангулятуса и таннери в Западно-Беринговоморской зоне можно признать удовлетворительным. Межгодовые флуктуации численности не свидетельствуют об улучшении или ухудшении состояния их популяций.

Ключевые слова: крабы-стригуны ангулятус и таннери, Западно-Беринговоморская зона, размерные группы, промысловый запас, средний размер промысловых самцов.

P.A. Fedotov, A.S. Sokolov

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),
Vladivostok, 690091
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**FEATURES OF BIOLOGY AND DISTRIBUTION OF DEEP-WATER SNOW CRABS
CHIONOECETES ANGULATUS AND *CH. TANNERI* IN THE NORTH-WESTERN PART
OF THE NORTH-WESTERN BERING SEA 2005–2015**

On the basis of ground trawling surveys in 2005, 2008, 2010, 2012 and 2015 in the north-western part of the Bering Sea the interannual dynamics in spatial distribution of commercial males and state of commercial supply of these types of crabs were analyzed. Size composition of males of these kinds from 2005 to 2015 was considered.

It was established that size composition of *Ch. angulatus* males from Navarin area considerably differed from Koryakia area. All middle size descriptions of *Ch. angulatus* males in Navarin area were below than in Koryakia area. Middle sizes of commercial males changed insignificantly and were within the limits of 112–117 mm. Middle sizes of snow crab *tanneri* commercial males changed insignificantly.

The data on the quantity of commercial supply of *Ch. angulatus* and *Ch. tanneri* got in 2015 differed from the survey results for previous years. The state of populations of *Ch. angulatus* and *Ch. tanneri* in the western part of the West Bering Sea zone was satisfactory. Interannual fluctuations of quantity did not show improvement or worsening of population state.

Key words: triangle tanner crab *Chionjecetes angulatus* and grooved tanner *Ch. tanneri*, West Bering Sea zone, size groups, average size, commercial supply, middle size of commercial males.

Глубоководные крабы-стригуны ангулятус и таннери из-за особенностей своей биологии промыслом не осваиваются, однако в перспективе, при наличии достаточных промысловых мощностей, их добыча вполне вероятна.

Изучению биологии этих видов в данном районе посвящено крайне малое количество публикаций [1, 2]. В какой-то степени возместить этот недостаток призвано это сообщение.

Материалами для работы послужили данные полученные при выполнении донных траловых в 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг. однотипными судами в ИЭЗ Западно-Беринговоморской зоны. Исследования выполнялись донным тралом 27,1/24,4 м с вертикальным раскрытием 3-4 м и горизонтальным 16 м. В Западно-Беринговоморской зоне эти виды стригунов обитают в Олюторско-Наваринском районе, который в свою очередь подразделяется на 2 подрайона.

В результате многолетних исследований были выяснены распределения скоплений самцов крабов-стригунов опилио и соответственно этому выделены следующие районы:

Олюторско-Наваринский – с севера ограничен береговой линией, с запада и востока ограничен мысами Олюторский и м. Фаддея.

Олюторско-Наваринский район подразделялся на 2 подрайона:

– участок между м. Олюторский и 176°00' в.д. (корякский п/район).

– участок между 176°00' в.д. и м. Фаддея (наваринский п/район).

В Анадырском заливе эти виды крабов не обитают.

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартной гидробиологической методике, принятой в ТИНРО-Центре [3].

Распределение промысловых самцов обоих видов на протяжении периода исследований менялось незначительно (рис. 1 и 2).

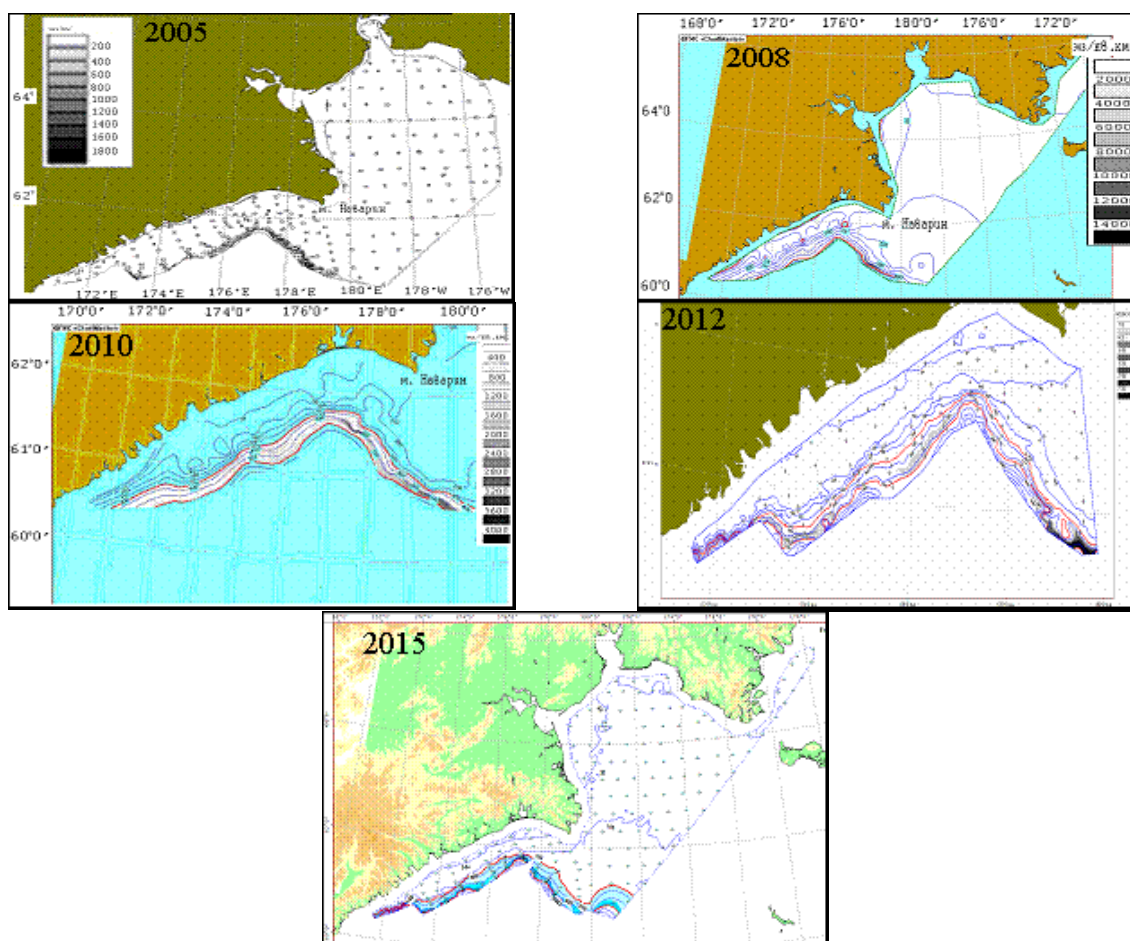


Рис. 1. Распределение промысловых самцов краба-стригуна ангулятуса 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг.

Самцы краба-стригуна ангулятуса в Западно-Беринговоморской зоне встречались только в Олюторско-Наваринском районе. Промысловые самцы, в основном, располагались узкой полосой на материковом склоне на участке с координатами 172°00'–179°00' в.д. на глубинах 550–780 м.

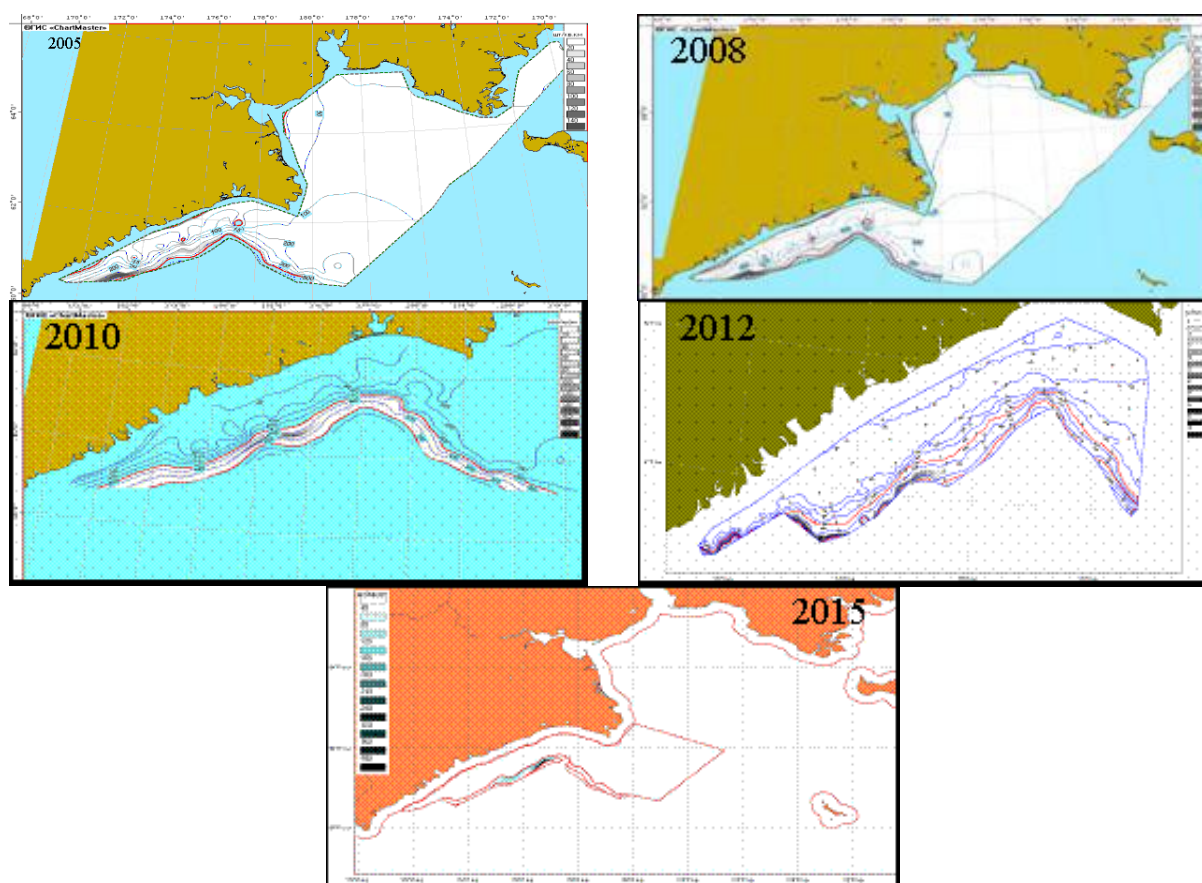


Рис. 2. Распределение промысловых самцов краба-стригуна таннери 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг.

По данным траловых съемок 2005 и 2008 гг. промысловый запас составлял по в 4,1 млн экз., в 2010 г. был оценен в 6,3 млн экз. Данные по численности, полученные в 2015 г. – 2,9 млн экз., отличались от результатов траловых съемок 2010 г. и 2012 г. В этот период среди самцов, у промысловых особей численность уменьшилась в 4,5 раза (с 6,3 до 1,4 млн экз.). Уменьшение величины рассчитанной численности у самцов в 2012 г., вероятнее всего, связано с недоучетом особей в период выполнения съемки в 2012 г. в связи со сложностью проведения съемок на глубинах обитания этого вида. В пользу этого свидетельствует следующее: промысел этого вида не проводится, доля старших возрастных групп изменилась незначительно, доля зараженных особей («черный мат») как и ранее крайне мала, т. е. промысловая и естественные смертности не могли так повлиять на состояние популяции.

Глубоководный краб-стригун таннери, как и стригун ангулятус, встречался в тралах только в Олюторско-Наваринском районе, в основном в корякском п/районе. Каких-либо значительных скоплений промысловых, непромысловых самцов и самок в период исследований не наблюдалось.

В 2005 г. численность промысловых самцов была оценена в 0,049 млн экз., в 2008 г. она составляла 0,124 млн экз. В 2012 г., по сравнению с 2010 г., их численность снизилась в 4,6 раза – с 0,139 до 0,030 млн экз. Резкое падение численности, скорее всего, как и в случае со стригуном ангулятусом, связано с недоучетом особей в период выполнения съемки, по причинам, которые были изложены выше. В 2015 г. учтенная численность самцов промыслового размера была равна 0,179 млн экз. Т. о., есть основание полагать, что состояние промысловой части популяции стабильное.

Межгодовая динамика размерного состава самцов стригуна ангулятуса показана на рисунке 3. Его анализ показал, что в период с 2005 по 2015 гг. в нем происходили значительные изменения. В 2005 г. доминировали непромысловые самцы с шириной карапакса 70–94 мм, их доля достигала 64%. В 2008 г. они заменили промысловых самцов, которые в 2005 г. составляли 25% от общего числа самцов, только 3% из них были крупноразмерными (табл. 1). В 2008 г. доля промысловых самцов была самой большой за весь рассматриваемый период – 82%, доля круп-

ных самцов также была максимальной – 23%. В этом же году в популяции в небольшом количестве, менее 1%, были отмечено присутствие молодых самцов размером 15–39 мм. В 2010 г. размерный состав пойманных самцов был принципиально иным. В уловах появилась новая размерная группа самцов (10–69 мм), с 3 небольшими пиками численности. Их доля была оценена в 38%, модальный класс этой группы составлял 35–40 мм. Очевидно, это были молодые крабы 2007–2008 гг. Вообще в 2010 г., по отношению к 2008 г., доля непромысловых самцов с шириной карапакса менее 85 мм выросла более чем в 10 раз, а доля промысловых самцов уменьшилась на 30%. В 2012 г. доля промысловых особей снизилась еще на 13%, преобладали молодые самцы размером менее 85 мм – 57%. Среди них ядро группы составляли мелкие крабы с шириной карапакса 55–74 мм, их доля была равна 40% (модальный класс – 55–59 мм). В 2015 г. резко увеличилась доля пререкрутов – 54,8%, зато уменьшилась доля молодых самцов – с 57 (2012 г.) до 23%. Увеличение доли пререкрутов в 2015 г. произошло за счет вступления в их размерную группу молодых самцов отмеченных по данным съемки 2012 г. Эти самцы в 2016–2017 гг. пополняют промысловую часть популяции.

Таблица 1

Соотношение разных функциональных групп самцов краба-стригуна ангулятуса в 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг. в Западно-Беринговоморской зоне, %

Год	Ширина карапакса, мм			
	85<	85-99	100-120	≥120
2005	49,5	25,9	21,4	3,2
2008	3,7	13,8	59,9	22,6
2010	40,9	7,1	34,6	17,4
2012	56,9	4,0	24,7	14,4
2015	23,2	54,8	16,7	5,3

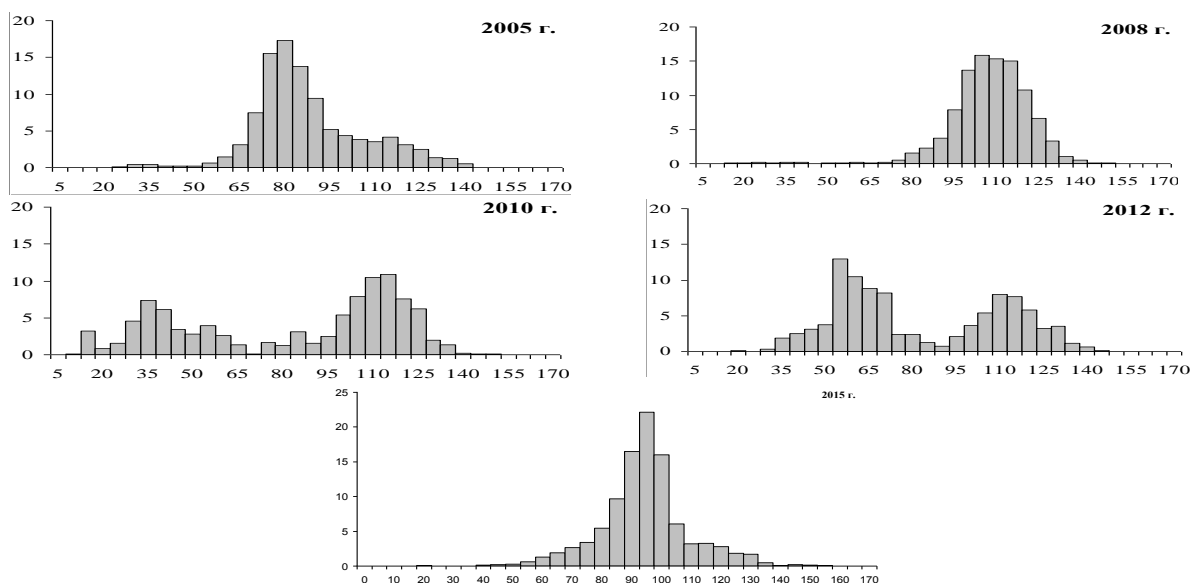


Рис. 3. Размерный состав самцов краба-стригуна ангулятуса в Западно-Беринговоморской зоне в 2005, 2008, 2010, 2012 и 2015 гг. (по данным траловых съемок). По оси абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – %

Средние размеры промысловых самцов ангулятуса с 2005 по 2015 гг. менялись незначительно и находились в пределах 114–117 мм.

Самцы и самки краба-стригуна таннери в уловах встречались достаточно редко, поэтому получить статистически достоверную информацию по размерному составу не представлялось возможным. Полученные данные позволили дать лишь его некоторую приближенную оценку. Размерный состав самцов таннери отображен на рисунке 4.

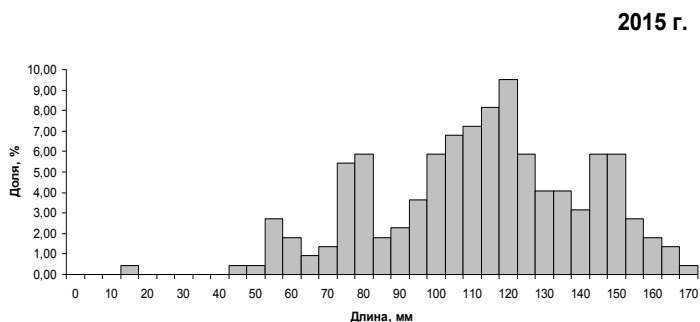


Рис. 4. Размерный состав самцов краба-стригуна таннери в Западно-Беринговоморской зоне в 2015 г. По оси абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – %

В 2005 г. ширина карапакса пойманных самцов варьировала от 27 мм до 182 мм. Доля самцов промыслового размера составляла 66%. Средняя ширина карапакса промысловых самцов была равна 143 мм. Диапазон размеров самцов варьировал в пределах 79–180 мм. В 2008 г. средний размер промысловых самцов был равен 148 мм, доля самцов промыслового размера составляла 44%. В 2010 г. ширина карапакса самцов варьировал в пределах 19–165 мм. Средний размер промысловых самцов был равен 145 мм, доля самцов промыслового размера была равна 20%. В 2012 г. диапазон размеров пойманных самцов варьировал в пределах 33–155 мм, средний размер промысловых самцов был равен 138,4±3,8 мм. В 2015 г. размерный ряд у самцов в Олюторско-Наваринском районе носил полимодальный характер. В 2015 г. в районе корякского шельфа минимальный размер пойманных самцов составлял 55 мм, максимальный – 170 мм. В наваринском подрайоне минимальный размер пойманных самцов составлял 11 мм, максимальный – 170 м. Средний размер самцов промыслового размера был равен 147 мм.

Состояние популяций крабов-стригунов ангулятуса и таннери в Западно-Беринговоморской зоне можно признать удовлетворительным, промыслом они не осваиваются. Межгодовые флуктуации численности не свидетельствуют об улучшении или ухудшении состояния их популяций. Для получения более полных данных необходимо проведение дополнительных исследований на судах с соответствующим промысловым вооружением.

Литература

1. Андронов П.Ю., Лобакин Н.В., Слизкин А.Г., Федотов П.А. Состояние запасов и распределение шельфовых и глубоководных видов крабов в Западно-Беринговоморской зоне по результатам траловой съемки 2005 г. // Тез. VII Всерос. конф. по пром. беспозвоночным. Мурманск, 2006. – С. 139–141.
2. Федотов П.А. Некоторые особенности биологии шельфовых и глубоководных видов крабов в Западно-Беринговоморской зоне // Тез. докл. IV межд. науч. конф. "Морские прибрежные экосистемы и продукты их переработки". – Южно-Сахалинск, 2011. – С. 110–111
3. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей / Под рук. В.Е. Родин и др., Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО). – 1979. – 59 с.

УДК [639.211:551.463.6](265)"2001/2015"

В.А. Царева, Г.П. Ванюшин, М.Ю. Кружалов, Е.В. Сапунова

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии (ВНИРО),
Москва, 107140
e-mail: ladimon@mail.ru.*

**ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО ОБИТАНИЯ АЗИАТСКОЙ ГОРБУШИ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ В РЕПЕРНОЙ ЗОНЕ (СЗТО)
ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ В 2001–2015 ГГ.**

В работе представлены результаты сравнительного анализа температурных условий зимнего обитания азиатской горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в реперной зоне СЗТО для зимнего сезона (январь – март) за период с 2001 г. по 2015 г. Для этого были использованы карты температуры поверхности океана (ТПО) недельной дискретности за 15-летний период, построенные на основе комплексной обработки спутниковых, судовых и буйковых данных в СЗТО. Проведён сравнительный анализ изменчивости температурных условий с соответствующими выловами горбуши в районе южных Курильских островов за тот же временной период. Показано возможное влияние изменчивости температурных характеристик (аномалий и среднемесячных значений ТПО) в течение зимовки горбуши на объёмы её последующих выловов в акватории Южных Курил.

Ключевые слова: горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*), ТПО (температура поверхности океана), спутниковые данные, СЗТО (Северо-Западная часть Тихого океана), южные Курильские острова, зимний период.

V.A. Tsareva, G.P. Vanyushin, M.Yu. Kruzhalov, E.V. Sapunova

*Russian Federal Research Institute of Fisheries
and Oceanography (VNIRO),
Moscow, 107140
e-mail: sst@vniro.ru*

**WINTER HABITAT FEATURES OF ASIAN PINK SALMON
ON THE BASIS OF TEMPERATURE CONDITION ANALYSIS
IN THE REFERENCE AREA (NWPO) BY SATELLITE DATA IN 2001–2015**

The paper presents the results of the temperature condition comparative analysis of Asian pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) winter habitat in the reference zone NWPO for winter season (January – March) from 2001 to 2015. Weekly maps of ocean surface temperature (SST) for 15-year period based on the complex processing of satellite, ship and buoy data in NWPO have been used for that. A comparative analysis of the temperature variability with the corresponding pink salmon landings in the South Kuril Islands for the same years has been conducted. Possible influence of temperature characteristic variability (anomalies and monthly mean values of SST) during salmon wintering on the volumes of the subsequent landings in the waters of the South Kuril Islands is shown.

Key words: pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*), SST (sea surface temperature), satellite data, NWPO (North West Pacific Ocean), the South Kuril Islands, winter period.

Введение

Зимний температурный режим мест обитания азиатской горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) является одним из важных факторов, влияющим на выживаемость и успешность её последующего промысла. На основании морских учётных съёмок экспедиций ТИНРО-Центра в открытых районах СЗТО и данных по объёмам анадромных подходов горбуши к местам воспроизводства и промысла установлено, что зимнее выживание горбуши может изменяться в пределах 20–40% [1].

Значительная часть азиатских лососей зимует в зоне Субарктического фронта и сопредельных с севера водах. Охотоморские и курильские стада горбуши зимуют главным образом в западной части зоны фронта (на восток до 175° в.д.) [2, 3].

В данной работе произведён сравнительный анализ межгодовой изменчивости температурных условий зимнего обитания азиатской горбуши в СЗТО для выбранной в этих целях реперной зоны (47-49°N; 171-174°E) за период 2001–2015 гг. На основе непрерывных данных ТПО проведён анализ возможного влияния аномалий ТПО в реперной зоне для зимнего периода (январь – март) на объёмы последующих выловов южнокурильской горбуши.

Материалы и методика

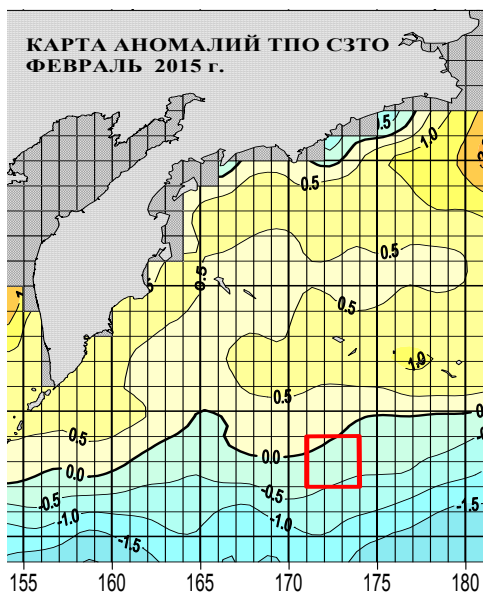


Рис. 1. Фрагмент карты распределения аномалий ТПО СЗТО в феврале 2015 г. Красной линией обозначена реперная зона зимнего обитания азиатских стад горбуши, штриховкой – ледовые поля (более 6 баллов)

В работе использована многолетняя картографическая база цифровых матриц долгопериодного анализа температуры поверхности океана (ТПО) зимнего периода (январь – март), полученная в результате обработки цифровых недельных карт ТПО за заданный временной масштаб с 2001–2015 гг.

Исходные материалы, используемые при составлении недельных карт ТПО:

- материалы ежесуточной инфракрасной съемки в цифровом виде с искусственных спутников Земли серии GOES-W (США); MTSAT-R (Япония).

- квазисинхронные судовые и буйковые измерения температуры воды "in situ", поступившие из Центра Мировых данных (г. Москва) в реальном масштабе времени [4];

- данные выловов горбуши в водах южных Курильских островов за период 2001–2015 гг. (NPAFC).

Для статистических расчётов использовались значения среднемесячных значений ТПО и сезонных аномалий ТПО в пределах реперной зоны, выделенной на основании многолетних исследований [2, 5] в районе зимовки основных видов лососей, в том числе горбуши, в открытой части Тихого океана (рис. 1).

Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ межгодовой изменчивости сезонных (январь – март) значений аномалий ТПО в реперной зоне зимовки горбуши, рассчитанных относительно климата 1971–2000 гг., показал, что практически за весь рассматриваемый временной период с 2001 г. по 2015 г. средние сезонные аномалии ТПО имели отрицательные значения, за исключением 2011 г. (+0,16°С) (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1

Средние значения сезонных аномалий ТПО (январь – март) в реперной зоне зимнего обитания азиатской горбуши в СЗТО (с 2001 г. по 2015 г.)

Годы сезона (январь – март)														
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Средние значения сезонных аномалий ТПО, Тан,°С (климат 1971–2000 гг.)														
-1.54	-0.82	-1.03	-0.58	-0.54	-0.16	-0.30	-0.91	-0.11	-0.75	0.16	-0.31	-0.10	-0.03	-0.23

В первой половине периода (2001–2007 гг.) наблюдается общая чёткая последовательная тенденция на уменьшение абсолютных величин сезонных аномалий ТПО как для чётных, так и нечётных лет. В нечётные годы (2001 г., 2003 г., 2005 г., 2007 г.) величины отрицательных аномалий ТПО изменились от -1,54°С до -0,30°С, в чётные годы (2002 г., 2004 г., 2006 гг.) – от -0,82°С до -0,16°С.

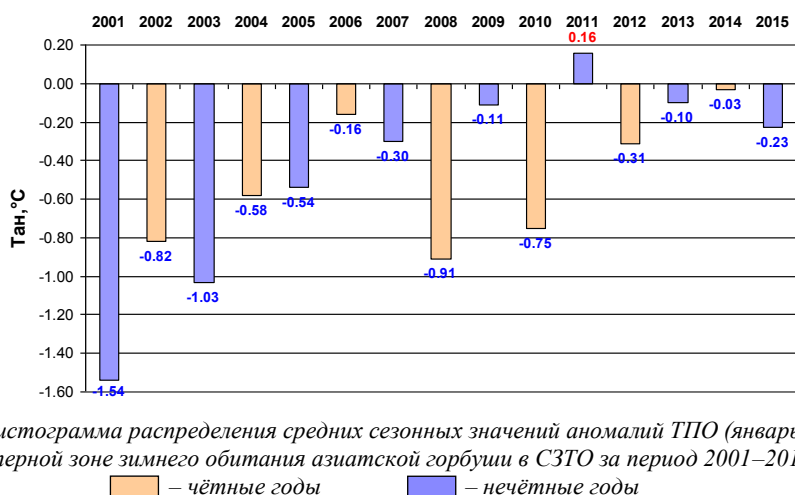


Рис. 2. Гистограмма распределения средних сезонных значений аномалий ТПО (январь – март) в реперной зоне зимнего обитания азиатской горбуши в СЗТО за период 2001–2015 гг.

Однако, начиная с 2008 г., в зоне зимовки для нечётных и чётных лет тенденция хода аномалий ТПО становится прямо противоположной. Если в нечётные годы (2009 г, 2011 г., 2013 г., 2015 г.) наблюдается стабилизация сезонных значений аномалий ТПО, близких по значениям к климатической норме (в пределах $-0,23^{\circ}\text{C} \div +0,16^{\circ}\text{C}$), то в чётные годы (2008 г., 2010 г., 2012 г., 2014 г.) наблюдается резкая и чёткая положительная динамика изменения аномалий ТПО от $-0,91^{\circ}\text{C}$ (2008 г.) до $-0,03^{\circ}\text{C}$ (2014 г.).

Анализ показал, что в середине рассматриваемого периода 2001–2015 гг. произошла принципиальная смена тенденции хода сезонных значений аномалий ТПО чётных и нечётных лет. При этом выявлено, что граничным годом между этими противоположными тенденциями оказался 2008 г.

Данную версию подтверждают результаты сравнительного анализа между значениями аномалий ТПО, осреднённых за январь – март, в реперной зоне зимовки и последующими выловами южно-курильской горбуши за период 2001–2015 гг. (табл. 1, 2, рис. 3, 4).

Таблица 2

Выловы горбуши на Южных Курилах с 2001 г. по 2015 г.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Вылов, тыс. т	22,7	37,8	18,5	32,8	31,9	45,6	45,9	32,3	25,4	30,0	6,2	27,9	18,7	4,5	1,5

Графики зависимостей между значениями сезонных аномалий ТПО и величинами выловов горбуши на Южных Курилах за 2001–2007 гг. и 2008–2012 гг. демонстрируют две противоположные зависимости (рис. 3, 4). Так, если в 2001–2007 гг. наблюдается чёткая положительная корреляция ($y = 15052x + 46083$; $R = 0,81$) между аномалиями ТПО и уловами горбуши, то в 2008–2012 гг. эта зависимость меняется на противоположную ($y = -119791x + 16736$; $R = -0,83$) и после 2012 г. становится неопределённой.

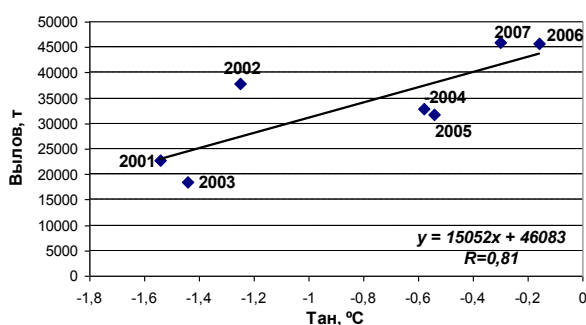


Рис. 3. Зависимость между аномалиями ТПО (январь – март) в реперной зоне зимовки азиатской горбуши и выловами на Южных Курилах в 2001–2007 гг.

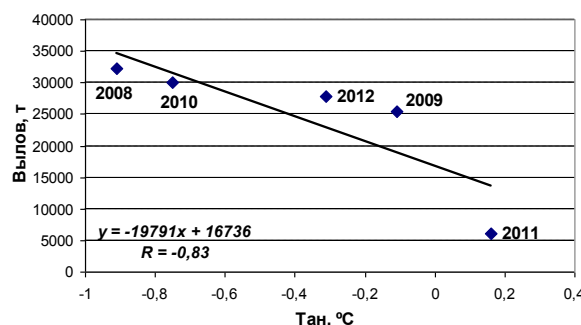


Рис. 4. Зависимость между аномалиями ТПО (январь – март) в реперной зоне зимовки азиатской горбуши и выловами на Южных Курилах в 2008–2012 гг.

В дополнение, для подтверждения произошедшего в 2008 г. изменения влияния температурных условий на результаты промысла южно-курильской горбуши, проведён сравнительный ана-

лиз между распределением среднемесячных значений ТПО за самый холодный месяц зимнего сезона (март) в реперной зоне и величинами последующих выловов горбуши в 2001–2015 гг. Графические материалы данного анализа (рис. 5) показали, что с 2001 г. по 2007 г. тренды хода среднемесячных температур в реперной зоне зимовки горбуши в марте и значений её последующих уловов имеют ярко-выраженную прямую зависимость, а с 2008 г. по 2012 г. эта зависимость становится обратной, т.е. меняет свой знак [6], после 2012 г. становится неопределённой. В целом, за период 2001–2015 гг. среднемесячные значения ТПО менялись от +2,1°С до +3,8°С.

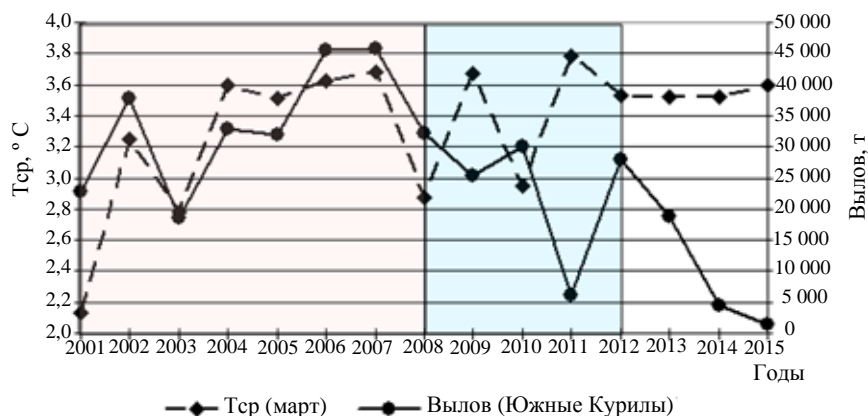


Рис. 5. Распределение среднемесячных значений ТПО (Тер) в реперной зоне зимовки азиатской горбуши в марте и соответствующие выловы горбуши на Южных Курилах за период 2001–2015 гг.

Выводы

В рассматриваемый период (январь – март) 2001–2015 гг., в реперной зоне зимовки азиатской горбуши наблюдались два достаточно чётко выраженных временных интервала (2001–2007 гг. и 2008–2012 гг.), отличающихся особенностями соотношения значений аномалий ТПО и величин выловов южно-курильской горбуши.

Корреляционная зависимость между сезонными зимними значениями аномалий ТПО в реперной зоне зимовки горбуши и последующими величинами её выловов в акваториях Южных Курил резко изменилась на рубеже 2008 гг. Так, в течение 2001–2007 гг. данная зависимость выражается функцией с положительной корреляцией $R = +0,81$, а в 2008–2012 гг. стала противоположной с отрицательной корреляцией $R = -0,83$. После 2012 г. эта зависимость становится неопределённой: значения аномалий ТПО в зимний период 2013–2015 гг. ($-0,23^{\circ}\text{C} \div -0,03^{\circ}\text{C}$) и мартовские значения ТПО в эти годы ($+3,5^{\circ}\text{C} \div +3,6^{\circ}\text{C}$) достаточно однородны, тогда как выловы резко снизились. Это приводит к очевидному выводу о влиянии других факторов на снижение уловов в эти годы.

Литература

1. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах: Моногр. / В.П. Шунтов, О.С. Темных. – Владивосток: Изд-во ТИНРО-центр, 2008. – Т. 1. – 481 с.
2. Старовойтов А.Н., Найденко С.В., Куренкова Е.В., Очеретянный М.А., Ванин Н.С., Овсянников Р.Г. Новые данные о количественном распределении тихоокеанских лососей в центральной части Северной Пацифики в зимне-весенний период // Изв. ТИНРО. – 2010. – Т. 160. – С. 89–104.
3. Бирман И.Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. – М.: Изд-во Нац. рыб. ресурсы, 2004. – 172 с.
4. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ВНИРО: Моногр. / Г.П. Ванюшин, Б.Н. Котенев, М.Ю. Кружалов, А.А. Трошков, Т.Б. Барканова, Т.В. Булатова, В.А. Царева, А.А. Коробочка, С.Н. Марков. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 48 с.
5. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах: Моногр. / В.П. Шунтов, О.С. Темных. – Владивосток: Изд-во ТИНРО-центр, 2011. – Т. 2. – 473 с.
6. Ванюшин Г.П., Царева В.А., Углова Т. Ю., Кружалов М.Ю. Сравнительная оценка результатов промысла горбуши и температурных условий морской среды, определяемых по спутниковым данным в районе южных Курильских островов // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 158. – С. 112–120.

УДК [593.95:591.16](256.54.04)

М.О. Чалиенко, М.В. Калинина

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),

Владивосток, 690091

e-mail: yumbo@yandex.ru

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ПАЛЕВОГО МОРСКОГО ЕЖА
(*STRONGYLOCENTROTUS PALLIDUS*) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО
(ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

В работе приводятся данные о состоянии гонад палевого морского ежа, обитающего на разных глубинах в заливе Петра Великого в весенний период. Обсуждается влияние условий обитания в разных батиметрических диапазонах на его репродукционные характеристики.

Ключевые слова: палевый морской еж (*Strongylocentrotus pallidus*), батиметрические диапазоны, репродукционные характеристики, стадии зрелости гонады.

M.O. Chalienko, M.V. Kalinina

Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center)

Vladivostok, 690091

e-mail: yumbo@yandex.ru

**SOME FEATURES OF REPRODUCTION OF PALE SEA URCHIN
(*STRONGYLOCENTROTUS PALLIDUS*) IN THE PETER THE GREAT BAY
(JAPAN SEA)**

This article presents data on state of gonads of pale sea urchin which occurs at the different depth in the Peter the Great Bay in spring. It also discusses the influence of environmental conditions in different bathymetric ranges on urchin reproduction characteristics.

Key words: pale sea urchin (*Strongylocentrotus pallidus*), bathymetric ranges, reproduction characteristics, maturity stage of gonad.

Палевый морской еж *Strongylocentrotus pallidus* (G.O. Sars, 1871) – широко распространенный бореально-арктический вид – обладает наибольшим батиметрическим диапазоном обитания среди морских ежей семейства Strongylocentrotidae. В заливе Петра Великого, в южной части своего ареала, основные скопления *S. pallidus* сконцентрированы в зоне низких температур на глубинах более 50 м [1]. В связи со способностью вида обитать в широком батиметрическом спектре, особый интерес представляет исследование особенностей размножения этого перспективного для промысла морского ежа на разных глубинах обитания. Кроме того, исследование репродуктивных особенностей морских ежей, обитающих на больших глубинах, где сезонные изменения температуры – основного фактора, определяющего ход гаметогенетических процессов у сублиторальных ежей – практически отсутствуют, а условия питания и динамика поступления пищи кардинально отличается от таковой в прибрежных районах, является в настоящее время одной из наиболее слабоизученных и актуальных задач.

Цель настоящей работы – определение и сравнительная оценка некоторых репродукционных характеристик самок *S. pallidus* (наполнение и стадии зрелости гонады, размеры ооцитов и яйцеклеток), обитающих в заливе Петра Великого в различных батиметрических диапазонах.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили пробы *S. pallidus*, собранные в первой декаде апреля 2015 г. в заливе Петра Великого путем траления на глубинах от 23 до 717 м (рис. 1). Животных

фиксировали в 10%-ном растворе формалина. На биологический анализ отбирались взрослые самки, половозрелость которых устанавливали по степени развития половых желез [2]. У исследуемых особей определяли диаметр панциря с точностью до 1 мм, общую массу и массу гонады – с точностью до 1 г.

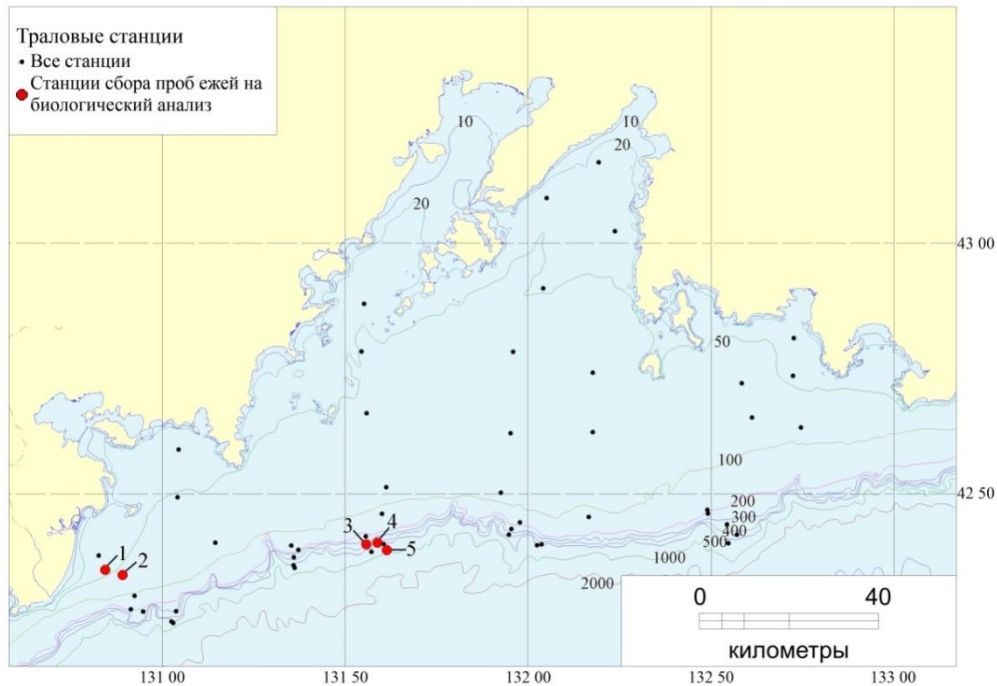


Рис. 1. Сетка станций в заливе Петра Великого в 2015 г.:
1 – глубина 41 м; 2 – 69 м; 3 – 280 м; 4 – 346 м; 5 – 670 м.

Пол и стадию зрелости гонады определяли на временных препаратах (мазках) под световым микроскопом, измерение диаметра и подсчет разных категорий половых клеток проводили с помощью окуляр-микрометра. При исследовании клеточного состава гонад у каждой самки измеряли по 50 клеток, дифференцируя их на ооциты малого роста (Омр), ооциты большого роста (Обр) и яйцеклетки (Якл) [3]. Стадию зрелости гонады определяли по наличию доминирующих категорий клеток, учитывая особенности репродуктивного цикла *S. pallidus* [4], по следующей классификации [5]: 1 – пролиферации (начала развития), 2 – дифференциации (активного гамето-генеза), 3 – нерестовая или зрелой гонады, 4 – посленерестовая. Для каждой самки и суммарно для всех самок с одной станции было построено распределение размерных частот половых клеток с шагом 10 мкм. Гонадный индекс (ГИ) рассчитывали как отношение массы гонады к общей массе ежа, выраженное в процентах. Всего было исследовано 83 самки *S. pallidus*. Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Excel и Statistica.

Результаты и обсуждение

Размеры половозрелых самок *S. pallidus* варьировали от 30,5 до 91 мм. При этом минимальные средние размеры (40,5 и 40,6 мм) были отмечены у ежей, обитающих на глубинах 280 и 670 м, а наибольшие (75 мм) – на глубине 69 м (табл.).

Таблица

Репродуктивные характеристики самок *S. pallidus* (зал. Петра Великого, апрель 2015 г.)

Глубина, м	Кол-во экз., шт.	Диаметр ежей, мм *	ГИ, % *	Диаметр яйцекл-к, мкм *	Доля разных категорий клеток в гонаде, %			Стадии зрелости гонады, %			
					Омр.	Обр.	Якл.	1	2	3	4
41	21	54 ± 0,8 43 – 59	5,3 ± 0,4 1,9 – 12,5	124 ± 0,8 102 – 162	53	23	24	24	52	24	0
69	28	75 ± 1,7 58 – 91	10,6 ± 1,4 2,4 – 30,4	149 ± 1 102 – 196	43	27	30	0	64	36	0

Глубина, м	Кол-во экз., шт.	Диаметр ежей, мм *	ГИ, % *	Диаметр яйцекл-к, мкм *	Доля разных категорий клеток в гонаде, %			Стадии зрелости гонады, %			
					Омр.	Обр.	Якл.	1	2	3	4
280	13	40,5 ± 0,9 37 – 47	5,5 ± 0,5 3,2 – 8,6	138 ± 2,5 119 – 153	57	36	7	14	79	7	0
346	17	45,5 ± 1,5 36 – 55	10,3 ± 0,9 5,3 – 18,3	138 ± 1,5 102 – 162	45	51	4	0	100	0	0
670	4	40,6 ± 3,4 30,5 – 45	4,1 ± 1,4 3,3 – 4,5	154 ± 1,8 136 – 170	50	36	14	20	60	20	0

* – значения представлены в виде среднего и его ошибки (над чертой) и пределов изменчивости (под чертой).

Наполнение гонад у особей, обитающих на разных глубинах, также различалось: достоверно бóльшие средние значения ГИ (10,6 и 10,3%) отмечались у морских ежей на глубинах 69 и 346 м. Там же отмечены максимальные индивидуальные значения этого показателя – 30,4 и 18,3 соответственно.

В исследуемый период (1-я декада апреля) гонады самок находились на разных стадиях зрелости, однако у бóльшей части особей на всех станциях в половых железах наблюдались процессы активного гаметогенеза (2-я стадия зрелости) (см. табл.). На глубинах 41 и 69 м у значительной доли самок (24 и 36% соответственно) половые железы находились в преднерестовом состоянии (3-я стадия зрелости), а в более глубоководных биотопах особи со зрелыми гонадами встречались единично.

Клеточный состав яичников у ежей, обитающих на разных глубинах, существенно различался (см. табл.). На рисунке 2 представлены диаграммы размерно-частотного распределения половых клеток в яичниках *S. pallidus* с разных глубин обитания. В связи с малым объемом выборки (4 экз.) данные по ежам с глубины 670 м были исключены.

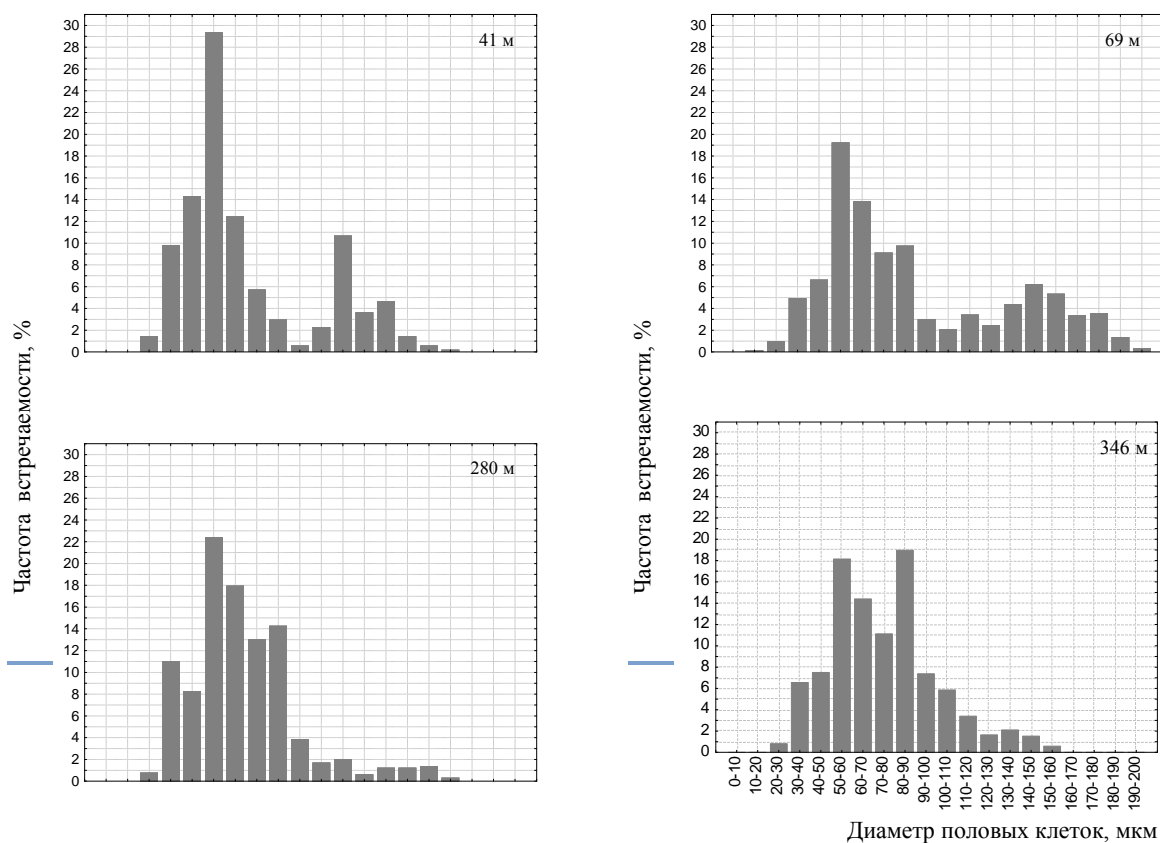


Рис. 2. Графики распределения диаметра половых клеток

По нашим материалам, средние размеры ооцитов малого роста у палевого ежа составляют 51,2 мкм (пределы: 17–85 мкм), ооцитов начала большого роста – 72,3 мкм (пределы: 47–102 мкм), ооцитов «интенсивного» большого роста – 86,3 мкм (пределы: 51–153) и яйцеклеток – 139,4 мкм (пределы: 102–195 мкм). Отмечается, что на всех станциях в гонадах самок преобладали клетки с размерами менее 90 мкм (от 64 до 88%), в то время как клетки крупных размеров (более 110 мкм) в значительном количестве (21 и 30%) присутствовали только в половых железах ежей, обитающих в мелководных биотопах на глубине 41 и 69 м. При этом «сдвиг вправо» был наиболее ярко выражен у особей с глубины 69 м. Эти данные достаточно хорошо согласуются с показателями по клеточному составу и наполнению гонад (ГИ) самок (см. табл.). Так, на всех станциях в яичниках *S. pallidus* доля ооцитов малого роста составляла около половины, а яйцеклетки в сравнительно большом количестве (24 и 30%) присутствовали только в гонадах самок на станциях шельфовой зоны. Доля ооцитов большого роста варьировала от 23 до 51%. Самые высокие средние значения ГИ (10,6 и 10,3%) были отмечены у ежей, в яичниках которых в наибольшем количестве присутствовали яйцеклетки (глубина 69 м) и ооциты большого роста крупных размеров (глубина 346 м). Следует также отметить значимые различия между средними размерами яйцеклеток у самок из разных биотопов (см. табл.). Наибольшие значения этого показателя имели самки, обитающие на глубинах 69 и 670 м (149 и 154 мкм соответственно), а наименьшие (124 мкм) – на глубине 41 м.

Таким образом, в весенний период состояние гонад у самок *S. pallidus* в разных батиметрических диапазонах не было одинаковым: на глубинах менее 70 м степень развития половых желез у них была выше, чем на глубинах более 280 м. При этом прямой зависимости между наполнением гонад и батиметрическим диапазоном обитания обнаружено не было: сравнительно большие значения ГИ были отмечены как на малых, так и на больших глубинах (менее 70 и более 300 м).

Считается, что у глубоководных морских ежей, обитающих в условиях стабильно низких температур, основным фактором, влияющим на репродуктивную активность и рост гонад, является обилие пищи [6]. Так, по мнению исследователей, изучавших размножение *S. pallidus* у северо-западного побережья Приморья, основным фактором среды, регулирующим процессы роста и созревания гамет, является обилие детрита, поступающего на дно в ходе весеннего «цветения» диатомовых водорослей [7]. Эти же авторы предполагают, что нерест палевого ежа в южном подрайоне Приморья происходит в конце мая – июне. В заливе Петра Великого массовое развитие планктона, основного источника детрита, наблюдается с декабря по март [8], накопление же органического вещества на дне моря происходит в течение последующих весенних месяцев. Именно в это время (в апреле) в гонадах самок *S. pallidus*, обитающих в заливе, протекали активные гаметогенетические процессы, предшествующие периоду размножения. Однако отмеченные нами различия в интенсивности гаметогенеза ежей на разных глубинах обитания свидетельствуют о возможном влиянии на эти процессы и других факторов среды, например, температурного. В южном подрайоне Приморья на глубинах от 30 до 100–150 м наблюдается относительно прогретый и распресненный за счет приливного перемешивания слой [9], поэтому морские ежи, обитающие в этом диапазоне глубин, в какой-то мере могут испытывать влияние температурного фактора. Кроме того, поступление потоков органики, образованных вследствие отмирания фитопланктона, происходит на разных глубинах в разные сроки, что также сказывается на темпах созревания гонад ежей. Относительно лучшее наполнение гонад у *S. pallidus* на двух станциях, расположенных в разных батиметрических диапазонах, вероятнее всего объясняется различиями в обеспеченности их пищей.

Следует отметить, что в исследуемый период времени в целом сравнительно лучшие репродуктивные характеристики (наполнение и степень развития гонад, размер яйцеклеток) и наибольшие размеры половозрелых самок были отмечены у ежей, обитающих на глубине 69 м. При сопоставлении положения данной станции с геоморфологической схемой шельфа было выявлено, что эта станция расположена на внешней части денудационно-аккумулятивной зоны, представляющей собой в западной части залива холмисто-увалистую равнину в виде полосы между изобатами 60 и 85 м [10]. Поверхность этого участка неровная, с отдельными холмами и увалами, изобилует промоинами и впадинами глубиной от 2–4 до 8 м, где происходит аккумуляция детрита. Эти данные подтверждаются присутствием в этом районе скоплений с макси-

мальной биомассой, в которых ежи характеризуются наибольшими размерами. Также в этом районе отмечено высокое содержание органического углерода [11].

На глубине 670 м из 50 экз. выявлены только 4 половозрелые самки, при этом размеры ежей в пробе не превышали 40 мм. По нашим предварительным данным, в этом районе в связи с неблагоприятными условиями питания темпы роста ежей замедлены, а репродуктивные процессы либо не происходят, либо их вклад в воспроизводство популяции ежей не существенен [12]. Также есть предположение, что эти ежи являются молодью. Для более точного установления их репродуктивного статуса требуются дополнительные исследования.

Заключение

В результате проведенного исследования было установлено, что в весенний период степень развития половых желез у самок палевого морского ежа, обитающих в заливе Петра Великого в прибрежной шельфовой зоне (глубины 41 и 69 м), была выше, чем у обитающих на материковом склоне (глубины 280 и 346 м). При этом прямой зависимости между величиной гонадного индекса и батиметрическим диапазоном обитания ежей обнаружено не было. Наилучшие морфометрические и репродукционные показатели (размер и масса половозрелых особей, наполнение и степень зрелости гонад, размеры яйцеклеток) были отмечены у самок, обитающих на глубине 69 м в условиях, наиболее благоприятных для аккумуляции осадочных образований (детрита), в зоне влияния относительно прогретых подповерхностных вод.

Литература

1. Чалиенко М.О. Размерный состав и распределение палевого морского ежа (*Strongylocentrotus pallidus*) в заливе Петра Великого // Сб. докл. 61-й Междунар. молодежной науч.-техн. конф. «Молодежь. Наука. Инновации», 21–22 ноября 2013 г. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2013. – Т. 1. – С. 308.
2. Касьянов В.Л. Репродуктивная стратегия морских двустворчатых моллюсков и иглокожих. – Л.: Наука, 1989. – 179 с.
3. Айзенштадт Т.Б. Цитология оогенеза. – М.: Наука, 1984. – 248 с.
4. Falk-Peterson I.B., Lonning S. Reproductive cycle of two closely related sea urchin species *Strongylocentrotus droebachiensis* and *S. pallidus* // Sarsia. – 1983. – V. 68. – P. 157–164.
5. Хотимченко Ю.С., Деридович И.И., Мотавкин П.А. Биология размножения и регуляция гаметогенеза и нереста у иглокожих. – М.: Наука, 1993. – 176 с.
6. Gage J.D., Tyler P.A., Nichols D. Reproduction and growth of *Echinus acutus* var. *norvegicus* Duben & Koren and *E. elegans* Duben & Koren on the continental slope off Scotland // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. – 1986; 101: 61–83.
7. Викторовская Г.И., Зуенко Ю.И. Влияние условий среды на размножение палевого морского ежа *Strongylocentrotus pallidus* (Sars) у берегов Приморья (Японское море) // Океанология. – 2005. – Т. 45, № 1. – С. 83–91.
8. Долганова Н.Т. Состав, сезонная и межгодовая динамика планктона северо-западной части Японского моря // Известия ТИНРО. – 2001. – Т. 128, ч. III. – С. 810–889.
9. Зуенко Ю.И., Юрасов Г.И. Структура вод и водные массы северо-западной части Японского моря // Метеорология и гидрология. – 1995. – № 8. – С. 50–57.
10. Марков Ю.Д. Южноприморский шельф Японского моря в позднем плейстоцене и голоцене. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. – 128 с.
11. Нестерова О.В., Трегубова В.Г. Органическое вещество в донных осадках залива Петра Великого // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря. – Владивосток: Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012. – С. 114–128.
12. Бажин А.Г., Степанов В.Г. Морфологическая изменчивость некоторых видов морских ежей рода *Strongylocentrotus* в зависимости от факторов среды // Зоол. журн. – 2002. – Т. 81, № 12. – С. 1487–1493.

УДК 595.383.3(265.54.04)

Г.Г. Шевченко, Л.Г. Седова, Л.Л. Будникова

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),
Владивосток, 690091
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru

**РАЗМЕРНО-ПОЛОВОЙ СОСТАВ СКОПЛЕНИЙ И ВЕСОВОЙ РОСТ МИЗИД
NEOMYSIS AWATSCHENSIS (CRUSTACEA: MYSIDACEA)
В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Изучена динамика размерного и полового состава популяции мизид *Neomysis awatschensis* в летний период 2014 и 2015 гг. Размеры *N. awatschensis* в июне – августе варьировали от 2,0 до 13,3 мм, зависимость массы особей от линейных размеров аппроксимирована степенным уравнением.

Ключевые слова: мизиды, *Neomysis awatschensis*, размерная структура, половая структура, соотношение длины и массы тела, залив Петра Великого, Японское море.

G.G. Shevchenko, L.G. Sedova, L.L. Budnikova

Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),
Vladivostok, 690091
e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru

**SIZE-SEX COMPOSITION AND WEIGHT GROWTH OF MYSIDS
NEOMYSIS AWATSCHENSIS (CRUSTACEA: MYSIDACEA)
(THE PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

The dynamics of size and sex composition of mysid *Neomysis awatschensis* population in the summer of 2014 and 2015 was studied. Size of *N. awatschensis* was 2.0 to 13.3 mm in June – August. We approximated the relationship between the species size and the body mass by a power equation.

Key words: mysids, *Neomysis awatschensis*, length frequency, sex composition, relationship between the species size and the body mass, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

Мизиды – высшие ракообразные надотряда Peracarida, населяющие морские, солоноватоводные и пресные водоемы. Они являются важным объектом питания многих рыб, а также могут употребляться в пищу человеком [1, 2]. В настоящее время промысел мизид в Приморье отсутствует, хотя в 1930-е годы осуществлялась их добыча.

Цель работы – изучение биологии и определение видового и размерно-полового состава скоплений мизид в заливе Петра Великого.

Научно-исследовательские работы по определению видового и размерного состава скоплений мизид проводили в Амурском заливе и акваториях островов Рейнеке, Попова и Русский залива Петра Великого. Лов мизид осуществляли в береговой полосе на глубине 0,5–2 м планктонными сачками диаметром 50 и глубиной 70 см, сшитыми из газа № 1. Длину тела мизид измеряли от начала рострума до основания тельсона при помощи окуляр-микрометра под биноклем с точностью до 0,1 мм. Взвешивали фиксированные в 75%-ном растворе этилового спирта экземпляры на торсионных весах с точностью до 1 мг. Половую принадлежность выясняли по строению 4-й пары плеоподов и наличию (или отсутствию) марсупиальной (выводковой) сумки.

Было выявлено три вида мизид: *Neomysis awatschensis* (Brandt, 1851), *N. mirabilis* (Czerniavsky, 1882) и *Paracanthomysis shikhotaniensis* Petryashov, 1983. Данная работа посвящена виду *Neomysis awatschensis*, который встречался только в северной части Амурского залива, как

совместно с *N. mirabilis*, так и изолированно от него: заливе Угловой, в акватории вдоль поселка Девятый Вал, от мыса Угольный до мыса Речной (рис. 1).

С начала июня до второй половины июля 2015 г. *N. awatschensis* образовывал в заливе Угловой на глубине 0,8–1,5 м огромное скопление вдоль берега, ширина полосы которого достигала 50 м.

Удельная биомасса мизид в период с мая до середины июля варьировала от 5 до 50 г/м³, достигая на отдельных участках 500 г/м³. В 2014 г. в северной части Амурского залива *N. awatschensis* образовывал скопления на глубине 0,5–1,5 м в зарослях zostеры со второй половины июня до середины августа. Удельная биомасса мизид варьировала от 2 до 30 г/м³, а максимальная, также как и в 2015 г., достигала 500 г/м³.

В другом изученном районе – у мыса Угольный и поселка Девятый Вал в течение июля 2015 г. мизиды располагались широкой полосой (2-3 м) вдоль берега на глубине 0,5–1,5 м.

В июне-июле 2015 г. длина тела *N. awatschensis* была от 2,5 до 12,5 мм (среднее значение – 7,1 ± 0,1 мм), а масса – от 0,0002 до 0,025 г (средняя масса – 0,004 ± 0,0001 г). В выборке (n = 950 экз.) преобладали особи с длиной тела 7,0–7,5 мм (32,6%) (рис. 2, А).

В 2014 г. (n = 973 экз.) длина тела этого вида была практически такой же – от 2,0 до 13,3 мм (среднее значение – 8,5 ± 0,1 мм), масса варьировала от 0,0001 до 0,023 г (средняя масса – 0,007 ± 0,0001 г). Преобладали особи размером 7,5–9,5 мм (54,0%). В составе скопления в 2014 г. преобладала молодь (59,6%), а в 2015 г. количество самок, самцов и молодежи было примерно одинаковым (рис. 2, Б).

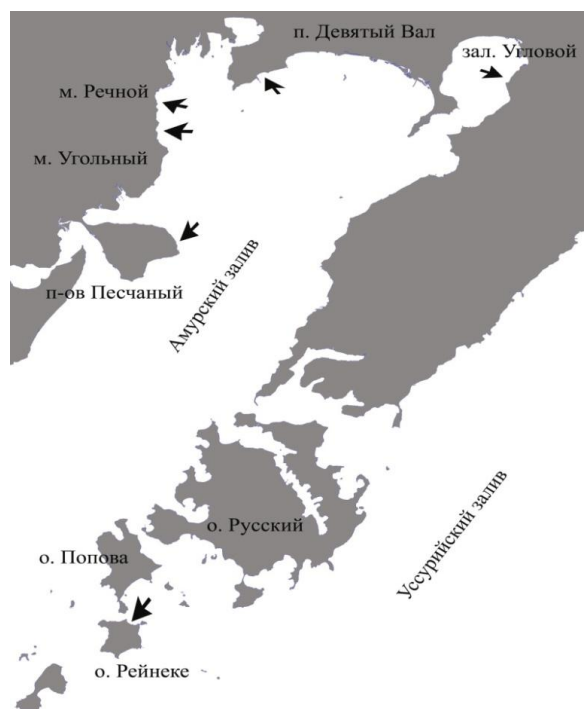


Рис. 1. Районы сбора мизид в заливе Петра Великого

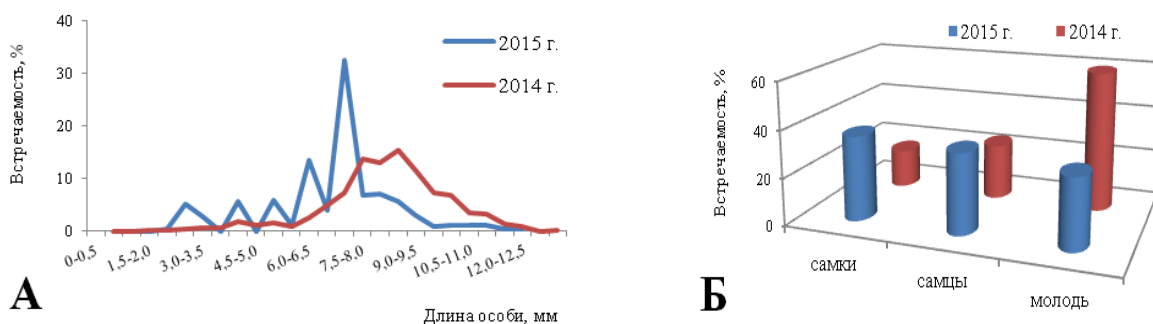


Рис. 2. Состав скопления *N. awatschensis* в Амурском заливе в 2014–2015 гг.

За весь период наблюдений длина тела *N. awatschensis* изменялась в пределах от 2,0 до 13,3 мм, масса – от 0,0002 до 0,025 г (n = 1923 экз.).

Были установлены зависимости между длиной тела (*L*, мм) и индивидуальной массой (*W*, г) особей (рис. 3, 4) и рассчитаны соответствующие уравнения, аппроксимированные степенными функциями [3]:

$$W = a L^b \text{ и } L = a W^b,$$

где *a* и *b* – константы уравнения.

Полученные соотношения длины и массы мизид можно использовать при расчетах общей биомассы скоплений, исходя из линейных размеров или индивидуальной массы особей.

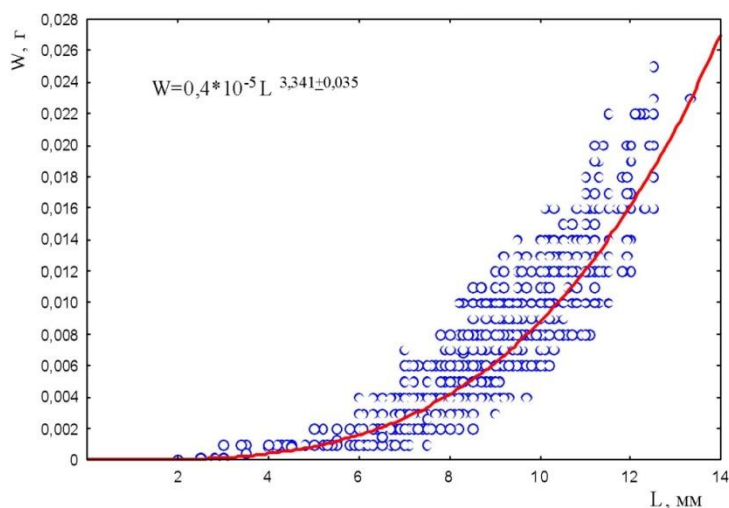


Рис. 3. Зависимость массы (W) от длины тела (L) у *N. awatschensis* (коэффициент корреляции, $r = 0,925$ при 0,95% уровне значимости)

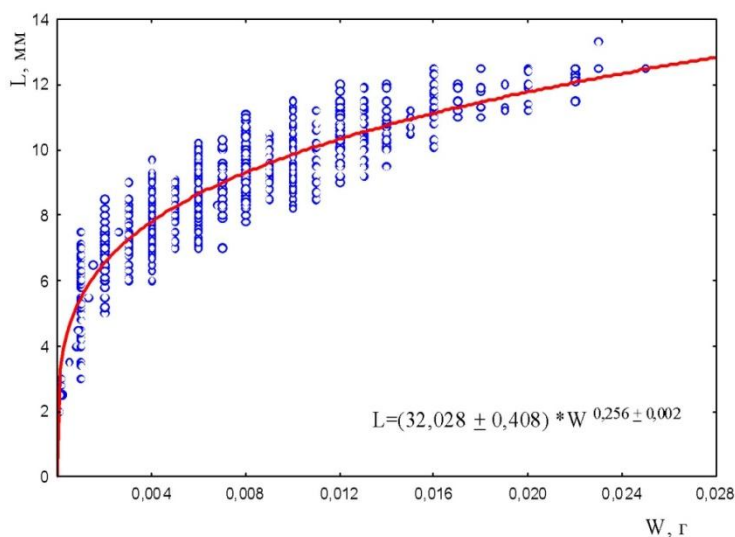


Рис. 4. Зависимость длины тела (L , мм) от массы особи (W , г) у *N. mirabilis* ($r = 0,938$ при 0,95% уровне значимости)

Таким образом, в Амурском заливе в 2014–2015 годах мизиды имели максимальную длину тела 13,3 мм, причем самцы и самки не отличались по размерам. Хотя по литературным данным известно [4], что особи этого вида крупнее, самки достигают 18,1 мм, а самцы – 14,3 мм.

В заливе Петра Великого *N. awatschensis* образует промысловые скопления в июне-июле с биомассой до 500 г/м³ в северной части Амурского залива.

Литература

1. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях: Моногр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 483 с.
2. Пуцина О.И. Трофическая роль мизид в зал. Петра Великого (Японское море) // Тр. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». – Калининград, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2013. – С. 100–103.
3. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.
4. Петряшев В.В. Отряд МИЗИДЫ – MYSIDACEA Boas, 1883 // Биота российских вод Японского моря. Т. I. – Владивосток, Дальнаука, 2004. – С. 55–96.

УДК 620.193:629.5.023

В.А. Швецов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

**ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ
ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕЖИМА РАБОТЫ СИСТЕМ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ
СТАЛЬНЫХ КОРПУСОВ СУДОВ И КОРАБЛЕЙ**

В статье показано, что при выполнении измерений квалифицированным членом экипажа (электриком) без специальной подготовки метрологические характеристики результатов измерения потенциала корпуса судна ухудшаются.

Ключевые слова: подготовка операторов, системы электрохимической защиты от коррозии, потенциал корпуса, метрологические характеристики измерения.

V.A. Shvetsov, D.V. Shunkin, O.A. Belavina

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

**RATIONALE FOR OPERATOR TRAINING TO CONTROL SYSTEMS
OF ELECTROCHEMICAL PROTECTION AGAINST CORROSION
OF VESSEL AND SHIP STEEL HULL**

The article shows if measurements are taken by a qualified crew member (electrician) without special training metrological characteristics of measurement results of hull potential deteriorate.

Key words: training of operators, system of electrochemical protection against corrosion, hull potential, metrological characteristics of measurement.

Согласно НД [1] при эксплуатации систем защиты корпуса судна (корабля) от коррозии необходимо периодически измерять потенциал корпуса судна. Однако экипажи судов и кораблей эту работу не выполняют. Одной из причин невыполнения экипажами своих обязанностей является отсутствие на судах подготовленных специалистов-операторов. Для упрощения работы оператора авторами усовершенствована методика измерения потенциала корпуса [2–5]. Показано [6], что в течение одной недели можно подготовить оператора из членов экипажа независимо от уровня его образования, при этом результаты измерений, выполненные оператором, имеют высокие метрологические характеристики (коэффициент вариации результатов измерения $V = 0,08 \pm 0,11\%$).

Для обоснования необходимости специальной подготовки операторов для контроля режима работы систем защиты от коррозии стальных корпусов рыбопромысловых судов был выполнен следующий эксперимент. На судне БАТМ «Байковск» в контрольных точках, выбранных по методике [7] квалифицированный член экипажа судна (электрик) выполнил измерения потенциала корпуса судна без предварительной специальной подготовки. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Результаты эксперимента

№ измерения	Результаты измерения потенциала корпуса (В), в контрольной точке №					
	1	2	3	4	5	6
1	0,63	0,78	0,63	0,80	0,71	0,71
2	0,62	0,72	0,62	0,81	0,72	0,72
3	0,63	0,78	0,66	0,80	0,73	0,72
4	0,63	0,78	0,67	0,80	0,74	0,71
5	0,63	0,78	0,67	0,81	0,71	0,72
6	0,62	0,78	0,67	0,80	0,75	0,72
Среднее значение	0,627	0,770	0,653	0,803	0,727	0,717
Стандартное отклонение	0,0052	0,0245	0,0212	0,0052	0,0163	0,0052
Коэффициент вариации, %	0,83	3,18	3,25	0,65	2,24	0,73

Из результатов эксперимента следует, что метрологические характеристики результатов измерения потенциала корпуса судна ухудшаются ($V_{\max} = 3,25\%$), если измерение выполняет оператор, не имеющий специальной подготовки.

Литература

- ГОСТ 9.056-75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017>. (дата обращения 17.06.2013).
- Совершенствование методики измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, А.А. Луценко, О.А. Белавина // Вестник Астраханского государственного технического университета, серия Морская техника и технология – 2014. – Вып. 4 (ноябрь) – С. 7–12.
- Обоснование снятия ограничений на продолжительность измерений защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, Д.В. Коростылёв, О.А. Белавина // Вестник Астраханского государственного технического университета серия Морская техника и технология – 2015. – Вып. 2 (май) – С. 7–12.
- Использование электроугольных изделий при измерении потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, В.А. Пахомов, О.А. Белавина // Вестник Астраханского государственного технического университета, серия Морская техника и технология – 2015. – Вып. 1 (февраль) – С. 27–31.
- Испытание устройства для проверки правильности показаний хлорсеребряных электродов сравнения / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, В.А. Кириносенко, О.А. Белавина // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – Вып. 31. – С. 47–55.
- Влияние квалификации оператора на результаты измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина, О.Е. Петренко, Д.В. Шунькин, В.В. Кириносенко // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 30. – С. 46–54.
- Обоснование способа выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Д.В. Коростылёв, В.А. Пахомов, С.А. Малиновский // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 28. – С. 6–11.

Ответственный за выпуск В.И. Карпенко

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ОХРАНА,
ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(22–24 марта 2016 г.)*

Часть I

В авторской редакции
Технический редактор О.А. Лыгина
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 22.03.2016 г.
Формат 61*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 20,83. Уч.-изд. л. 21,2. Усл. печ. л. 22,32
Тираж 200 экз. Заказ № 15

Издательство
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Камчатский государственный технический университет»

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,
ОХРАНА, ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы
VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(22–24 марта 2016 г.)*

Часть II

Петропавловск-Камчатский
2016

УДК 504
ББК 20.1
П77

Ответственный за выпуск

В.И. Карпенко,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

К.В. Алтухов, к.т.н.; Л.Н. Саушкина, к.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.;
М.В. Ефимова, к.б.н.; Л.М. Хорошман, к.г.н.;
Н.А. Ступникова, к.б.н., А.А. Марченко

П77

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (22–24 марта 2016 г.) : в 2 ч. / отв. за вып. В.И. Карпенко. – Ч. II. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2016. – 146 с.

ISBN 978-5-328-00349-0

ISBN 978-5-328-00351-3 (ч. II)

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояния запасов природных ресурсов и их преобразования в продукты потребления и жизнеобеспечения человека. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений и сотрудники организаций, осуществляющих деятельность в области рационального природопользования.

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

УДК 504
ББК 20.1

ISBN 978-5-328-00351-3 (ч. II)
ISBN 978-5-328-00349-0

© КамчатГТУ, 2016
© Авторы, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Гайдук А.С. Оценка вегетационного индекса геосистем Речицкого района (Гомельская область, Беларусь)	5
Гамаюнова О.А. Экологическая характеристика бухт Козьмина и Врангеля (залив Петра Великого, Японское море) по кислородным показателям	7
Гапонова Т.В. Центрографический метод изучения распространения, взаимосвязей и динамики природных и социально-экономических явлений	12
Голованева А.Е. Проблема загрязнения озера Халактырского и варианты его биологической реабилитации	15
Жилин А.Ю., Плотицына Н.Ф. Содержание загрязняющих веществ в промысловых рыбах Баренцева моря в 2015 году	20
Жильцова Л.В. Роль вида-эдификатора в образовании консорциев анфельдии	25
Лаптева А.М. Экотоксикологические особенности распределения микроэлементов в камчатском крабе (<i>Paralithodes camtschaticus</i>) Баренцева моря	28
Плотицына Н.Ф., Зимовейскова Т.А. Персистентные хлорированные углеводороды в донных отложениях Баренцева моря на стандартном разрезе «Кольский меридиан»	33
Саушкина Л.Н., Лонгинова Р.В. О возможности восстановления экологического состояния озера Култучное биопрепаратом микросим «ПОНД ТРИТ»	38
Соколов А.С., Сивакова Т.А. Геоэкологическое районирование Белоруссии	42
Соколова В.В. Оценка ассимиляционного потенциала морской воды по величине биодеградации нефтяных углеводородов	47
Столяров А.П. Продукция и потоки энергии в экосистеме песчано-илистой литорали губы Грязной (Кандалакшский залив, Белое море)	50
Ступникова Н.А., Салихова Т.В. Экологическое состояние снежного покрова в г. Петропавловске-Камчатском	54
Федоренко А.Ю., Соколов А.С. Оценка ландшафтного разнообразия Белоруссии	59
Харькова А.В. Особенности антропогенной трансформации ландшафтов юго-востока Беларуси	62
Черкашин С.А., Пряжевская Т.С. Оценка состояния вод дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана по выживаемости ракообразных в экспериментах	66
Шершнев О.В., Ясовеев М.Г. Гидрогеоэкологическое состояние пресных подземных вод в республике Беларусь	71

Секция 4. ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Абдуллина А.Г., Айдарова А.З. Природно-рекреационные ресурсы как предпосылки развития туризма в регионе (на примере Западного Казахстана)	76
Афейчук Л.С. Особенности распределения ресурсов анадары Броутона (<i>Anadara broughtonii</i>) в скоплении Амурского залива (Японское море) и ведение промысла	81
Афейчук Л.С. Особенности распределения ресурсов анадары Броутона (<i>Anadara broughtonii</i>) в скоплении Уссурийского залива (Японское море) и ведение промысла	87
Белавина О.А., Швецов В.А. Исследование влияния геометрической формы кюветы на скорость процесса сушки проб минерального сырья	93
Белавина О.А., Швецов В.А. Исследование зависимости скорости процесса сушки пробы минерального сырья материала кюветы	97
Белавина О.А., Швецов В.А. Разработка устройства для перемешивания групповых проб золотосодержащих руд	101
Ильченко И.А. Экологическое прогнозирование и анализ результативности природоохранных мероприятий	103
Кубесова Г.Т. Рекреационная оценка природных ландшафтов Западного Казахстана	108
Лазарев Г.А. Обследование участков лесных культур сосны обыкновенной в центральной Камчатке	112
Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А. Повышение эффективности мониторинга подземных пресных вод Быстринского месторождения	117
Потапов В.В., Бровкин А.Е. Мембраны в очистке воды – история и перспективы	120
Потапов В.В., Кашпура В.П., Горев Д.С., Бровкин А.Е. Нанокремнезем на основе гидротермальных растворов: получение, характеристики, применение в строительной индустрии	127
Рудько В.С. Особенности режима артезианских вод зоны замедленного водообмена (на примере юго-востока Беларуси)	136
Швецов В.А., Опрышко Б.А., Белавина О.А., Кириносенко В.В. Влияние инновационных мероприятий, выполненных на Быстринском месторождении питьевых подземных вод, на качество воды	141
Список организаций – участников конференции и их адреса	144

Секция 3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

УДК 528.8:581.88(476.2)

А.С. Гайдук

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Гомель, 246019
e-mail: alsokol@tut.by*

ОЦЕНКА ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА ГЕОСИСТЕМ РЕЧИЦКОГО РАЙОНА (ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)

В статье показано применение данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий для определения пространственного распределения значения вегетационного индекса NDVI по территории Речицкого района.

Ключевые слова: вегетационный индекс, оценка геосистем, программа MultiSpec.

A.S. Gayduk

*F. Skorina Gomel State University,
Gomel, 683003
e-mail: alsokol@tut.by*

VEGETATION INDEX OF RECHITSA DISTRICT GEOSYSTEM EVALUATION (GOMEL REGION, BELARUS)

The article shows using Earth distant scanning data and modern geoinformational technologies for determination of spatial distribution of vegetation index NDVI on the territory of Rechitsa district.

Key words: vegetation index, geosystem evaluation, program MultiSpec.

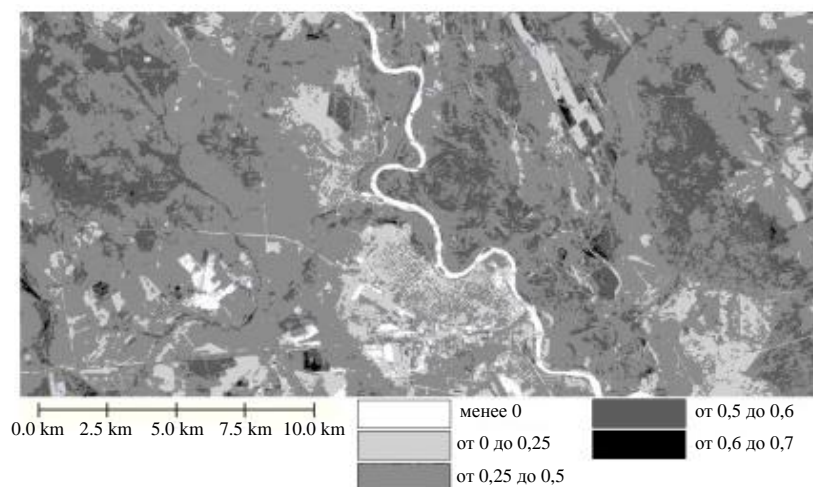
Дистанционная оценка характеристик и экологического состояния природных и природно-антропогенных геосистем в настоящее время получает всё большее распространение, что связано с возрастанием доступности материалов дистанционного зондирования, сравнительно низкими трудовыми и финансовыми затратами, постоянным увеличением возможностей съёмочных систем. Одним из наиболее распространённых показателей, применяемых в системе дистанционного мониторинга и оценки геосистем, является вегетационный индекс.

Целью настоящей работы являлась оценка вегетационного индекса геосистем Речицкого района на основе данных дистанционного зондирования Земли. Исследование проводилось на основе цифрового снимка спутника Landsat 7, выполненного 18.08.2006. Пространственное разрешение 30 м/пикс., радиометрическое разрешение 8 бит.

Территория исследования (рис.) находилась в восточной части Полесской ландшафтной провинции в пределах Речицкого района Гомельской области. Включает три рода ландшафтов – аллювиально-террасированные (восточная часть), пойменные (пойма реки Днепр, пересекающей территорию с северо-запада на юго-восток) и моренно-зандровые (западная часть). Климат района умеренно-континентальный. Средняя температура января -6.6 °С, июля $+18.4$ °С. За год выпадает 655 мм осадков. Лесистость территории составляет 43%. Преобладают сосновые леса (39% от всех лесов района), березовые составляют 26%, черноольховые 19%, дубовые 15%.

Знания о связи структуры и состояния растительности с ее отражательными способностями позволяют использовать космические снимки для идентификации типов растительности и их состояния [1]. Для этого применяется вегетационный индекс (ВИ) – показатель, рассчитываемый

в результате операций с разными спектральными диапазонами (каналами) данных дистанционного зондирования, и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка. Эффективность ВИ определяется особенностями отражения; эти индексы выведены, главным образом, эмпирически.



Значение вегетационного индекса геосистем Речицкого района

В настоящее время существует около 160 вариантов вегетационных индексов. Они подбираются экспериментально (эмпирическим путем), исходя из известных особенностей кривых спектральной отражательной способности растительности и почв.

Расчет большей части вегетационных индексов базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках кривой спектральной отражательной способности растений. На красную зону спектра (0,62–0,75 мкм) приходится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а на ближнюю инфракрасную зону (0,75–1,3 мкм) максимальное отражение энергии клеточной структурой листа. То есть высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с большой фитомассой растительности) ведет к более низким значениям коэффициентов отражения в красной зоне спектра и большим значениям в ближней инфракрасной. Как известно, отношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделять растительность от прочих природных объектов [2].

Наиболее популярный и часто используемый вегетационный индекс – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), который для растительности принимает положительные значения, и чем больше зелёная фитомасса, тем он выше. NDVI рассчитывается по формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

где *NIR* – интенсивность излучения в ближнем инфракрасном диапазоне (для снимков спутника Landsat 7 – 760–900 нм),

RED – интенсивность излучения в красном диапазоне (630–690 нм).

Определение NDVI осуществлялось с помощью опции New Channel from General Algebraic Transformation программы *MultiSpec*. Визуализация результатов (рис.) с разбивкой пикселей на диапазоны по значению индекса осуществлялась в ГИС *Global Mapper*.

Результаты исследования показывают, что геосистемы со значением индекса 0,6–0,7 занимают незначительную площадь. Площадь геосистем со значением индекса от 0,5 до 0,6 более существенна, что позволяет проследить распространение лесов с относительно высокой фитомассой в районе. Территории с $NDVI < 0,25$ позволяют идентифицировать нерастительные объекты – застроенные территории, водные объекты, участки с открытой почвой.

Литература

1. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // Геоматика. – № 2. – 2011. – С. 98–102.
2. Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геоматика. – № 3. – 2009. – С. 28–32.

УДК [551.46.09:502.51+574.63](265.54.04)

О.А. Гамаюнова^{1,2}

¹*Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
Владивосток, 690059;*

²*Дальневосточный федеральный университет,
Владивосток, 690922
e-mail: oldoha@mail.ru*

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БУХТ КОЗЬМИНА И ВРАНГЕЛЯ
(ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)
ПО КИСЛОРОДНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Изучено состояние среды двух бухт залива Петра Великого Японского моря, находящихся в состоянии экономического развития, Козьмина и Врангеля в летний период 2012–2014 гг. Выполнен гидрохимический контроль с использованием кислородных (растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода, перманганатная окисляемость) и фосфорных (фосфор органический и фосфор минеральный) показателей. Установлено, что воды изученных бухт относятся к категории «малозагрязненные». Среда обеих бухт удовлетворяет требованиям для хозяйственных водоемов.

Ключевые слова: бухты Козьмина и Врангеля, мониторинг, загрязнение, кислородный режим, гидрохимия, растворенный кислород.

O.A. Gamayunova^{1,2}

*Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok, 690059;*

*Far Eastern Federal University,
Vladivostok, 690922
e-mail: oldoha@mail.ru*

**ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WRANGEL AND KOZMINA BIGHTS
(PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN): OXYGEN INDICATORS**

The environmental conditions of two bights, Kozmina and Wrangel (the Gulf of Peter the Great Bay, sea of Japan) have been analyzed (summer 2012–2014). This article deals with hydrochemical monitoring, using oxygen (dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, permanganate oxidation) and phosphate (phosphorus and organic phosphorus mineral) indicators. It has been found that the water of the bays can be classified as "uncontaminated". The environmental conditions of two bights meet the demands for fisheries waters.

Key words: Kozmina and Wrangel bights, monitoring, pollution, oxygen conditions, hydrochemistry, dissolved oxygen.

Введение

В настоящее время экологическое состояние бухт Козьмина и Врангеля (залив Петра Великого, Японское море) представляет большой интерес и требует регулярного контроля. Это связано с экономическим развитием этих бухт в последние годы, сопровождающимся увеличением антропогенной нагрузки на их акватории.

В 1970-80-е гг. залив Петра Великого испытывал мощный индустриальный пресс. Однако спад промышленного производства, произошедший в 90-е гг., привел к сокращению поступления загрязняющих веществ в окружающую среду. Постепенный подъем экономики, возрастание морских перевозок, строительство и начало эксплуатации нового нефтепорта на юго-востоке за-

лива (б. Козьмина), активизация портовой деятельности в целом и увеличение, в частности, поставок угля в страны АТР, требующее расширения угольных терминалов (порт «Восточный» в б. Врангеля), меняют сложившуюся экологическую ситуацию и требуют современных оценок. Усиление антропогенного воздействия на б. Козьмина было показано уже в апреле 2008 г. [1], когда строительство нефтебазы, береговых и причальных сооружений только начиналось.

Наблюдать за состоянием среды как открытых морских, так и прибрежных вод крайне важно, так как ее качество влияет на обитателей, на продуктивность вод, а также может отражаться на здоровье жителей береговых поселений. Поэтому целесообразно проводить регулярный комплексный контроль состояния среды и биоты акваторий, который позволит оценить экологическое состояние водных объектов, а также выявить непредвиденные изменения в среде и биоте.

Две небольшие бухты Козьмина и Врангеля расположены на восточной периферии залива Петра Великого Японского моря и являются самыми восточными акваториями зал. Находка (рис.). Бухта Козьмина вдается в сушу между мысами Козьмина и Крылова, имеет крутые, преимущественно обрывистые, окаймленные камнями берега, которые к вершине бухты понижаются и переходят в низкий перешеек шириной около 200 м, отделяющий б. Козьмина от бухты Озеро Второе. Это «озеро» сообщается с б. Козьмина прорытым в 1950 г. через перешеек каналом длиной 150 м, шириной 55 м, с глубинами в его средней части 4–4,5 м.



Карта-схема бухт Козьмина и Врангеля, и мест отбора проб:
1 – вход в б. Озеро Второе; 2 – вершина б. Козьмина; 3 – Бакланьи камни; 4 – скалы напротив нефтеналивного терминала; 5 – навигационный знак; 6 – м. Петровского; 7 – строящийся пирс; 8 – рифы перед угольным пирсом; 9 – пирс Гидрографии

В конце декабря 2009 г в б. Козьмина принят в эксплуатацию нефтеналивной терминал грузооборотом 20 млн т в год, вошедший в состав порта Восточный, и резервуарный парк на 100 тыс. т нефти. Самый молодой порт России «Козьмино» – конечная точка нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» (ВСТО). Экспорт нефти ВСТО из нефтепорта «Козьмино» в 2010 г. составил 15,3 млн т, или 7,3% всего экспорта нефти Транснефтью. В 2015 г. порт отгрузил на экспорт уже 30,4 млн т нефти [2], что на 5,5 млн т больше, чем в 2014 г.

Бухта Врангеля вдается в сушу между мысами Каменского и Петровского. Ее длина 3,5 км, ширина 1,5 км. В вершинной части бухты находится глубоководный порт «Восточный»; вблизи бухты расположен микрорайон с названием Врангель, входящий в состав города Находка. Порт Восточный начинает свою биографию с 27 декабря 1973 г. (с момента погрузки первого теплохода), становясь постепенно визитной карточкой портового комплекса Дальнего Востока, а также России. Сегодня АО «Восточный Порт» – крупнейшая стивидорная компания на Дальнем Востоке России, которая специализируется на перевозке контейнеров, сыпучих грузов и перевалке каменного угля с использованием конвейерного оборудования. За 2015 г. производственными комплексами АО «Восточный Порт» было переработано 22,7 млн т угольной продукции, что

на 1 млн т больше, чем в 2014 г. В 2012 г. в Восточном порту началось строительство нового специализированного угольного терминала, оснащенного системой конвейерного оборудования. Согласно проекту, к 2020 г. общий годовой грузооборот стивидорной компании составит 39 млн т [3].

В последние годы в странах АТР значительно увеличился спрос на энергоносители, в частности на уголь. В связи с этим в настоящее время все свободные мощности в портах Приморья, а также в других портах Дальнего Востока, способные перерабатывать уголь, заняты именно этим видом груза, что привело к резкому ухудшению экологической обстановки как в портах, так и вокруг них из-за открытого хранения угля и его перегрузки [4].

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили результаты гидрохимических наблюдений, выполненных в 2012–2014 гг.

Оценку качества вод мы проводили по таким кислородным показателям, как растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода (БПК₅), перманганатная окисляемость (ПО), а также по фосфорным показателям – минеральному (Р_{мин}) и органическому фосфору (Р_{орг}). При определении выбранных показателей применялись общепринятые гидрохимические методы – Винклера, Скопинцева, Морфи-Райли [5; 6]. В работе использованы данные для летних (июльских) пробований акваторий.

Результаты и обсуждение

Результаты химико-экологических показателей представлены в таблице.

Количество растворенного в воде кислорода обуславливается физическими (обмен с атмосферой, динамика вод) и биохимическими процессами (фотосинтез и поглощение кислорода живыми организмами, окисление органических и неорганических веществ естественного и антропогенного происхождения). С повышением температуры и солёности растворимость кислорода в воде понижается. Известно, что количество кислорода в поверхностных водах может изменяться от 0 до 14 мг/л. Его дефицит негативно отражается как на качестве среды, так и на его обитателях [7; 8].

Как следует из данных таблицы, практически на всех станциях наблюдались невысокие концентрации O₂, что связано с повышенной температурой вод в летнее время (17–22 °С). Самые низкие кислородные показатели (от 7,1 до 7,6 мгO₂/л) наблюдались в 2012 г. на 4, 7, 8 и 9 станциях. Лето 2014 г. было более прохладным, чем в 2012 и 2013 гг., температура прибрежных вод также была пониженной (17–18 °С), и, как видно, концентрации O₂ были более высокими именно в этом году. Однако ни в одном из мест наблюдения даже в самое жаркое лето содержание кислорода не опускались ниже 6 мг/л – предельной величины для благополучного существования гидробионтов в летнее время. Как видно, кислородный режим в обеих бухтах удовлетворяет условиям для рыбохозяйственных водоемов.

Некоторые всплески содержания растворенного O₂, превышавшие 10 мг/л (на ст. 3, 4, 7 в 2014 г. и ст. 8 в 2013 г.), могли быть обусловлены цветением фитопланктона, что подтверждают повышенные величины значений БПК₅ и пониженные концентрации Р_{мин} на этих станциях.

БПК₅ является одним из важнейших гидрохимических показателей, характеризующих экологическое состояние водоема. Его величина определяется интенсивностью дыхания и роста микроорганизмов, потребляющих легко окисляющиеся органические вещества, которые являются в основном продуктами метаболизма водных организмов, а также компонентами хозяйственно-бытовых стоков. БПК₅ в чистых открытых водоемах не превышает 1-2 мгO₂/л [9]. При БПК₅ от 2 до 3 мг/л воды квалифицируются как умеренно загрязненные, от 3 до 4 мг/л – как загрязненные, выше 4 мг/л – как грязные [10]. Для морей (водоемы I и II категорий рыбохозяйственного водопользования) пятисуточная потребность в кислороде – БПК₅ – при 20 °С не должна превышать 2 мгO₂/л [11].

Как можно видеть, летом 2012 г. на всех станциях, кроме 4-й, величины БПК₅ были повышены, особенно на станциях 6 и 7 (4,4 мгO₂/л и 4,8 мгO₂/л соответственно). Это может быть обусловлено появлением в воде метаболитов как растений, так и животных и хозяйственно-бытовым стоком (небольшой поселок, стоянка маломерного флота, рыбный цех). В 2013–2014 гг. на большинстве станций величины БПК₅ также превышали 2 мгO₂/л, что свидетельствует о по-

ступлении в эти воды легко разлагающихся органических веществ. В целом, показатели БПК₅ свидетельствуют о небольшой или умеренной антропогенной нагрузке на исследуемые бухты.

Таблица

Химико-экологические показатели прибрежных вод бухт Козьмина и Врангеля (июль 2012–2014 гг.)

Станции, N п/п	Годы	T, °C	O ₂ мг/л	БПК ₅ мгO ₂ /л	ПО мгO/л	P _{мин} мкг/л	P _{орг} мкг/л
1	2012	21,0	9,8	2,8	1,5	–	–
	2013	20,1	8,7	3,0	3,4	20,4	64,2
	2014	18,0	9,8	2,9	2,6	20,4	35,8
2	2012	20,0	9,5	3,6	1,7	–	–
	2013	19,0	8,4	2,8	2,8	60,3	80,5
	2014	18,0	9,6	3,2	3,8	28,5	68,6
3	2012	22,0	8,8	3,3	1,6	–	–
	2013	19,0	8,7	2,8	3,2	90,4	66,3
	2014	17,0	11,1	1,5	1,4	6,2	35
4	2012	20,0	7,5	1,6	1,3	–	–
	2013	19,0	8,8	2,6	4,0	80,4	120,5
	2014	17,0	10,5	2,1	0,8	26,4	22,6
5	2012	20,0	8,1	4,0	2,6	–	–
	2013	20,0	8,8	2,9	3,2	40,6	50,6
	2014	17,5	9,2	2,8	1,4	10,4	26,2
6	2012	20,0	9,4	4,4	2,4	–	–
	2013	–	–	–	–	–	–
	2014	17,5	9,4	4,2	4,0	28,4	24
7	2012	21,0	7,4	4,8	2,8	–	–
	2013	20,0	8,6	3,6	2,8	18,2	240,4
	2014	18	10,4	3,2	2,8	21,4	32,6
8	2012	22,0	7,6	4,0	1,8	–	–
	2013	20,1	10,9	3,4	4,0	12,6	96,4
	2014	17	9,4	0,5	2,8	8,2	22
9	2012	22,0	7,1	3,0	1,6	–	–
	2013	20,1	9,1	2,6	3,7	48,3	86,5
	2014	18	8,8	2,4	1,6	36	28

В 2013–2014 гг. наблюдались повышенные показатели ПО (от 2,8 до 4 мгO/л), свидетельствующие о расходе перманганата на трудно окисляемую органику, поступающую в воду при деструкции организмов, вызванной увеличением температуры и угасанием жизнедеятельности части из них, а также приходящую с поверхностным смывом и со стоками масла, мазута и других веществ. Однако ни на одной из станций значения ПО не достигали 5 мгO/дм³ – предельной величины перманганатной окисляемости для морских акваторий рыбохозяйственного назначения [12].

Уровни содержания фосфора свидетельствуют о качестве водной среды, о происходящих в экосистеме процессах, а также указывают на источник загрязнения водоема фосфатами. Минеральные фосфаты поступают в природные воды с речным стоком, поверхностным смывом. Кроме того, они образуются при биологической переработке останков животных и растительных организмов, т.е. вследствие их минерализации. Появление органических фосфатов обусловлено процессами жизнедеятельности, т.е. прижизненной экскрецией, и посмертным распадом водных организмов, а также хозяйственно-бытовыми стоками. В водоемах, свободных от поступления сточных вод, уровень содержания органического фосфора указывает на развитие жизни и на скорость бактериального разложения метаболитов, выделяемых гидробионтами. Низкое содержание P_{орг} обычно говорит о малой продуктивности вод. Так, в водах открытых мористых участков залива Петра Великого, обедненных питательными веществами, содержание P_{орг} не превышает 0–1,2 мкг/л. Высокие концентрации органических фосфатов на мелководье (40–60 мкг/л) вдоль крупного города, каким является Владивосток, обусловлены сбросом хозяйственно-бытовых стоков [13; 14].

Наши наблюдения показали, что летом в воде обеих бухт преобладали органические соединения фосфора (табл.), свидетельствуя о происходящих процессах деструкции отмирающих

организмов. Особенно высокий уровень содержания $P_{\text{орг}}$ отмечен в 2013 г. на ст. 4, 7 и 8 (120,5; 240,4; 96,4 мкг/л соответственно), который, очевидно, имеет автохтонное происхождение. Концентрации $P_{\text{мин}}$ практически на всех станциях были существенно ниже, чем $P_{\text{орг}}$ (табл.), говоря о расходовании ортофосфатов на синтетические процессы и о пока еще слабо идущей минерализации продуктов распада (постмортальной органики).

Заключение

Таким образом, в связи с интенсивным развитием портовой деятельности и возросшим грузооборотом, а также ростом поселка Козьмино в последние годы увеличилось и продолжает нарастать поступление в акватории бухт Козьмина и Врангеля хозяйственно-бытовых стоков. Установлено, что воды, изученных бухт, относятся к категории «малозагрязненные». Выявлено, прежде всего, благодаря кислородным показателям, что, несмотря на летний температурный режим, среда обеих бухт удовлетворяют требованиям для рыбохозяйственных водоемов.

Литература

1. Григорьева Н.И., Питрук Д.Л. Комплексная химико-экологическая оценка состояния бухт Козьмина – Озеро Второе (залив Находка, залив Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. – 2010. – Т. 162. – С. – 225–241.
2. Официальный сайт СМНП «Козьмино» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.smpnk.ru>
3. Официальный сайт ОАО «Восточный порт» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.vrnet.ru>
4. Волгин А.А., Красковская Г.Н., Семенихина О.Я. Угольный порт и экология: компромисс или противостояние? // Морские порты. – 2014. – № 4 (125). – С. 34–38.
5. Шишкина Л.А. Гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 287 с.
6. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. – М.: ВНИРО, 2003. – 202 с.
7. Христофорова Н.К., Емельянов А.А., Бердасова К.С. и др. Экологическая характеристика вод пролива Босфор Восточный по кислородным показателям // Изв. ТИНРО. – 2015. – Т. 181, № 15. – С.161–168.
8. Тищенко П.Я., Лобанов В.Б., Звалинский В.И. и др. Сезонная гипоксия Амурского залива (Японское море) // Изв. ТИНРО. – 2011. – Т. 165. – С. 108–129.
9. Руководство по методам химического анализа морских вод / Под ред. С.Г. Орадовского. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 208 с.
10. Позднякова А.Н. Биохимическое потребление кислорода (БПК) // Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – С. 335–340.
11. Правила охраны от загрязнений прибрежных вод морей. – М.: Минрыбхоз СССР, 1984. – 108 с.
12. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды: справочник // Под ред. Л.К. Исаева. – СПб.: Эколога-аналитический информационный центр «Союз», 1998. – 896 с.
13. Григорьева Н.И., Христофорова Н.К. Эколога-гидрологические черты западной части залива Петра Великого // Проблемы региональной экологии. – 2001. – № 5. – С. 49–58.
14. Христофорова Н.К., Саломай М.С. Химико-экологическая оценка качества прибрежных вод города Владивостока // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2006. – № 174. – С. 1853–1857.

УДК 528.94(476.7)

Т.В. Гапонова

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Гомель, 246019
e-mail: alsokol@tut.by*

ЦЕНТРОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ, ВЗАИМОСВЯЗЕЙ И ДИНАМИКИ ПРИРОДНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

В статье показаны особенности применения центрографического метода при экологических и географических исследованиях. Описана его сущность, познавательные возможности. Составлена центрограмма Брестской области, на которой показано 30 центров тяжести географических явлений, показаны закономерности распределения в пространстве некоторых из них.

Ключевые слова: центрографический метод, пространственное распространение, взаимосвязь географических явлений.

T.V. Gaponova

*F. Skorina Gomel State University,
Gomel, 683003
e-mail: alsokol@tut.by*

CENTROGRAPHIC METHOD FOR STUDYING EXPANSION, CORRELATION AND DYNAMICS OF NATURAL AND SOCIO-ECONOMIC PHENOMENA

The article shows the features of the centographic method application in ecological and geographical studies. We describe its essence, cognitive capabilities. Brest region centrogram with 30 gravity centers of the geographical phenomena is introduced; patterns of spatial distribution of some of them are shown.

Key words: centographic method, spatial distribution, correlation of geographic phenomena.

Центрографический метод исследования относится к группе методов, называемых методами социальной физики. Суть их заключается в применении в практике общественных наук, в частности в экономической и социальной географии, законов точных (естественных) наук, в частности химии и физики, для обоснования преимущественно нелинейных и производных процессов соответствующих наук [1].

Согласно Физическому энциклопедическому словарю [2], центр тяжести – это геометрическая точка, неизменно связанная с твёрдым телом, через которую проходит равнодействующая сила всех сил тяжести, действующих на частицы тела при любом его положении в пространстве; она может не совпадать ни с одной из точек данного тела (например, у кольца). Положение центра тяжести твёрдого тела в однородном поле тяжести совпадает с положением его центра масс. Другими словами, если через это тело провести любую плоскость, проходящую через центр тяжести, то она разделит это тело на две равные по массе части.

Для нахождения центра тяжести сложного несимметричного тела, необходимо разбить его на n несколько простых тел с известными массами p_i и координатами их центров тяжести x_i , y_i и z_i и определить координаты центра тяжести всего тела X , Y и Z по формулам:

$$X = \frac{\sum(p_i \cdot x_i)}{\sum p_i}; \quad Y = \frac{\sum(p_i \cdot y_i)}{\sum p_i}; \quad Z = \frac{\sum(p_i \cdot z_i)}{\sum p_i}.$$

Применяя это определение к географическим явлениям можно поставить задачу определения «центра тяжести» какого-либо географического явления, распределённого на определённой площади. Впервые определение такого «центра тяжести» по отношению к населению предложил в начале XX века великий русский учёный Д.И. Менделеев [3]. В дальнейшем нахождение «центров тяжести» было предложено применять не только для изучения населения, но и для анализа экономической деятельности, а сам метод получил название центрографического [4].

Центр тяжести какого-либо географического показателя – это географическая точка (в двумерном географическом пространстве), имеющая своими координатами средние из координат географических центров отдельных подразделений большой территории (по возможности наиболее мелких), взвешенные по значению данного показателя для этих территорий. То есть, проще говоря, севернее, южнее, западнее и восточнее данной точки значение рассматриваемого показателя будет одинаковым.

Могут выделяться центры тяжести населения (центры населённости), общий для данной страны и региональные центры тяжести населения, центры городского и сельского населения, центры рабочей силы, центры лесистости, заболоченности, водных объектов, распространения определённых родов ландшафтов, выращивания определённых сельскохозяйственных культур, производства определённого рода товаров и услуг, доходов населения, поголовья скота, запасов древесины, стоимости произведённой промышленной продукции и многих других физико-и экономико-географических объектов, процессов и явлений.

Во всех этих случаях определение координат географического центра тяжести производится по формулам:

$$\text{– широта: } \varphi = \frac{\sum (p_i \cdot \varphi_i)}{\sum p_i},$$

$$\text{– долгота: } \lambda = \frac{\sum (p_i \cdot \lambda_i)}{\sum p_i},$$

где φ и λ – широта и долгота центра тяжести, φ_i и λ_i – широта и долгота центра i -го подразделения территории, p_i – численное значение показателя географического объекта, процесса или явления i -го подразделения территории.

Нахождение центров различных экономических и социальных явлений, их сопоставление, построение кривых смещения центров дают возможность перейти к изучению проблем построения рациональных районов, местонахождения промышленных центров и, наконец, проблем равновесия в мировом хозяйстве [5]. Близость или удалённость, согласованность друг с другом центров тяжести отдельных явлений может говорить о положительной или отрицательной взаимосвязи между этими явлениями. К примеру, при изучении населения анализируется временная динамика перемещения центра тяжести населения в пространстве. При этом прослеживаются как сдвиги в размещении населения за временные периоды (столетия), так и кратковременные отклонения от общих тенденций, вызываемые какими-либо серьёзными социально-экономическими потрясениями, эпидемиями смертельных болезней и т. п. [6].

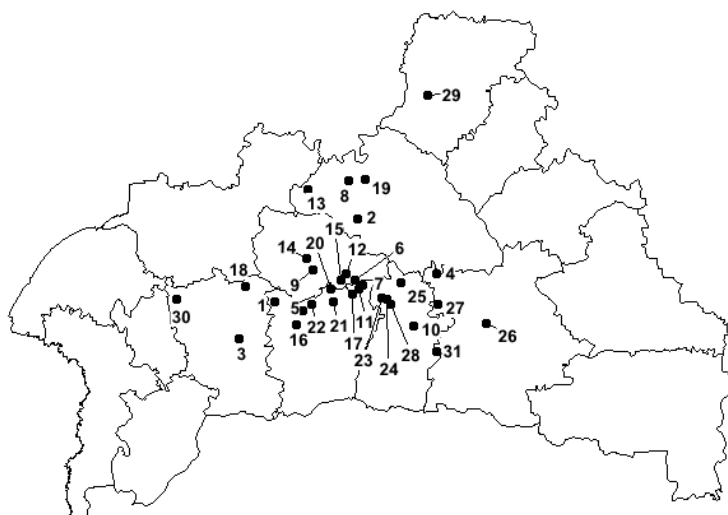
Центры тяжести обозначаются на карте, называемой центрограммой. Например, в США центр тяжести населения официально рассчитывается по результатам каждой переписи [7].

Можно попутно вычислить стандартное отклонение, характеризующее степень концентрации изучаемого явления:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum p_i \cdot [(\varphi_i - \varphi)^2 + (\lambda_i - \lambda)^2]}{\sum p_i}}.$$

Круг, радиус которого равен σ , наглядно показывает, насколько сконцентрировано изучаемое явление [8].

Нами составлена карта центров некоторых географических явлений для территории Брестской области (рисунок).



Центрограмма Брестской области

Центры распространения явлений: 1 – русские; 2 – поляки, 3 – украинцы, 4 – разговаривающие дома на белорусском языке; 5 – разговаривающие дома на русском языке; 6 – посевные площади зерновых и зернобобовых; 7 – посевные площади картофеля; 8 – посевные площади льна; 9 – посевные площади сахарной свёклы; 10 – посевные площади овощей; 11 – посевные площади кормовых культур; 12 – валовый сбор зерновых и зернобобовых; 13 – валовый сбор льноволокна; 14 – валовый сбор сахарной свёклы; 15 – валовый сбор картофеля; 16 – валовый сбор овощей; 17 – крупный рогатый скот; 18 – свиньи, 19 – птица; 20 – производство молока; 21 – всё население; 22 – городское население; 23 – сельское население; 24 – луга; 25 – леса; 26 – болота; 27 – особо охраняемые природные территории; 28 – осушаемые земли; 29 – холмисто-моренно-эрозионные ландшафты; 30 – вторично-моренные ландшафты; 31 – пойменные ландшафты

На центрограмме видно, что посевные площади льна, количество птицы и распространение польского населения, холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов тяготеет к северу области, свиней, вторичноморенных ландшафтов, русского населения – к западной части. В восточной части области находятся центры болот, особо охраняемых природный территорий. К югу области тяготеют центры посевных площадей овощей, распространения украинского населения. Центр городского населения находится в 9 км к западу от центра всего населения, а центр сельского населения – в 20 км к востоку. Аналогичная ситуация с распространением государственных языков. Центр распространения населения, разговаривающего на русском языке, находится в 57 км к западу от центра распространения населения, разговаривающего на белорусском языке. Если сравнивать показатели посевных площадей и валовых сборов сельскохозяйственных культур, то заметно, что для всех культур центр валовых сборов находится западнее центра посевных площадей. Расстояние между ними различно – от 4-5 км для зерновых и зернобобовых и сахарной свёклы до 17 км для льна и 49 км для овощей.

Литература

1. Крылов П.М. Экономическая география и регионалистика: Учеб. пособие. – 4-е изд., испр. и доп. / П.М. Крылов, Т.Г. Рунова. – М.: МГИУ, 2008. – 196 с.
2. Физический энциклопедический словарь / Под ред. А. М. Прохорова. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 994 с.
3. Менделеев Д.И. К познанию России [по изданию А.С. Суворина 1907 г.] / Д.И. Менделеев. – М.: Айрис-пресс, 2002. – 576 с.
4. Червяков В.А. Количественные методы в географии / В.А. Червяков. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 1998. – 259 с.
4. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б.И. Кочуров. – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.
5. Демография: Учебник / Под общ. ред. Н.А. Волгина. – М.: Изд-во РАГС, 2003. – 384 с.
6. Демография: Учеб. пособие / Под ред. В.Г. Глушаковой, Ю.А. Симагина. – 5-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2010. – 288 с.
7. Animated Mean Center of Population for the United States: 1790 to 2010 [Электронный ресурс] // United States Census Bureau. – URL: <https://www.census.gov/geo/reference/centersofpop/animatedmean2010.html>. – (дата обращения: 09.01.2016)
8. Модели полей в географии: теория и опыт картографирования / А.В. Червяков [и др.]; под ред. Ю.П. Михайлова. – Новосибирск: Наука, 1989. – 145 с.

УДК 502.51(285.2:571.66)

А.Е. Голованева

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: golovaneva.an@yandex.ru*

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОЗЕРА ХАЛАКТЫРСКОГО И ВАРИАНТЫ ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

В статье рассматривается проблема антропогенного влияния на рыбохозяйственный водоем (озеро Халактырское). В озеро Халактырское поступают загрязненные коммунально-бытовые сточные воды, а также загрязненные городскими стоками воды впадающей в озеро реки Кирпичной. Озеро загрязняется нефтепродуктами и АПАВ. С коммунально-бытовыми сточными водами в водоем поступают превышающие значения ПДК: аммонийный азот, фосфор, железо. Вследствие этого существует необходимость проведения реабилитационных мероприятий. К числу наиболее «мягких» и эффективных методов относится биологическая реабилитация. В работе представлены варианты биологической реабилитации данного исследуемого водоема.

Ключевые слова: озеро Халактырское, эвтрофирование, загрязняющие вещества, биологическая реабилитация.

A.E. Golovaneva

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: golovaneva.an@yandex.ru*

LAKE KHALAKTYRSKOYE POLLUTION AND OPTIONS FOR ITS BIOLOGICAL REHABILITATION

The problem of anthropogenic impact on the fisheries waters (Lake Khalaktyrskoye) is considered in the article. Contaminated municipal sewage as well as the waters of the river Kirpichnaya come to the Khalaktyrskoye. The lake is polluted with oil products and anionic surfactants. Municipal sewage contains ammonium nitrogen, phosphorus and iron exceeding maximum concentration limit. As a consequence, there is a need for rehabilitation activities. Among the mildest and the most effective methods is biological rehabilitation. The paper presents options for biological recovery of the lake.

Key words: Lake Khalaktyrskoye, eutrophication, pollutants, biological rehabilitation.

Важной экологической проблемой современности является загрязнение водной среды.

Водные объекты, расположенные на урбанизированных территориях, имеют важное социально-экономическое значение, играют огромную роль в создании комфортных условий проживания населения и улучшении микроклимата городской среды. Однако в связи с непрерывным ростом городского населения они постоянно испытывают значительные техногенные и антропогенные нагрузки [1].

Низкая устойчивость водоемов к постоянным высоким антропогенным нагрузкам приводит к снижению способности гидробиоценозов к самовосстановлению и эвтрофированию водных экосистем.

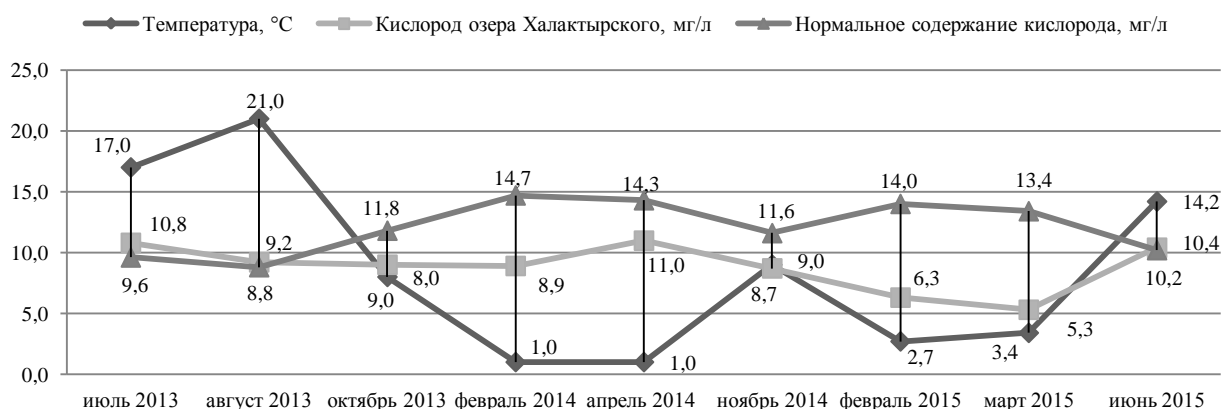
Подобная проблема касается Халактырского озера, акватория которого находится в восточной окраине города Петропавловск-Камчатский. Озеро Халактырское является нерестово-нагульным водоемом и имеет рыбохозяйственное значение.

Городская среда оказывает значительное воздействие на водоем, используя его в качестве приемника нагретых вод ТЭЦ-2 и коммунально-бытовых сточных вод населенных пунктов, расположенных вблизи озера. В Халактырское озеро впадает река Кирпичная, воды которой значительно загрязнены городскими стоками.

Указанные источники антропогенного воздействия на водоем приводят к трансформации автохтонных веществ, вызывают массовое «цветение» озера, создают условия для интенсификации антропогенного эвтрофирования.

Мониторинговые исследования состояния озера Халактырского проводятся с 2013 г., которые позволяют охарактеризовать водоем как умеренно загрязненный.

Об этом свидетельствуют проведенные исследования по некоторым показателям. На рисунке изображена динамика изменения содержания растворенного кислорода зависимости от температуры.



Зависимость содержания растворенного кислорода от температуры

В летний период поверхностный слой воды озера Халактырского пересыщен растворенным кислородом, что, возможно, связано с активным «цветением» водоема. Осенний и зимний режим свидетельствуют о ненасыщении воды растворенным кислородом (данное явление нехарактерно для незагрязненных водоемов).

Биогенные элементы являются основой развития биоты. Определенные концентрации биогенных элементов и правильное их соотношение, играют важную положительную роль в жизни водоемов [2–4]. Эти элементы напрямую способствуют развитию фитопланктона, а косвенно на животных (зоопланктон и зообентос), служащих пищей для рыб. К числу биогенных элементов относятся соединения фосфора, азота, железа, кремния [5].

В природной воде азот присутствует в виде органических и неорганических соединений. Из неорганических соединений в воде содержатся молекулярный азот (N_2) и в высшей степени устойчивые ионы аммонийные (NH_4^+), нитритные (NO_2^-), и нитратные (NO_3^-).

По данным исследований, проведенных в 2013–2014 гг., из соединений азота нитратная и нитритная формы не превышают значения ПДК, показатели аммонийного азота превышены на станциях сброса коммунально-бытовых сточных вод поселков Дальний (на 16%) и Халактырка (в 4 раза). В месте впадения р. Кирпичной ПДК превышена на 14%. Присутствие значительного количества этого компонента вод способствует ускорению процесса эвтрофирования озера.

Значения фосфора превышают ПДК на станциях сброса коммунально-бытовых сточных вод поселков Дальний и Халактырка в 2 и 5 раз соответственно.

По содержанию фосфора можно судить об эвтрофированности водоема, поскольку этот элемент имеет лимитирующее значение в деградиционных процессах.

При значениях фосфора, превышающих ПДК, происходит так называемое изменение трофического статуса водоема, сопровождающееся перестройкой всего водного сообщества и ведущее к преобладанию гнилостных процессов (и, соответственно, возрастанию мутности, солености, концентрации бактерий).

Содержание железа в озере в среднем превышает значения ПДК в 3 раза. Повышенное значение этого показателя характерно для всех станций исследования. Показатели кремния в озерной воде в среднем превышены в 4 раза по сравнению с ПДК.

Взвешенные частицы влияют на многие характеристики водоема, такие как прозрачность воды, температура, состав растворенных компонентов, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования [6–7]. С этой точки зрения изучению взвеси уделяется очень большое значение [8].

Содержание взвешенных веществ в озере Халактырском превышает значения ПДК при расчете средних значений в осенний и весенний периоды исследования в 22 и 11 раз соответственно.

Загрязняющие вещества, нехарактерные для естественного состава природных вод, оказывают различные негативные последствия на функционирование водных экосистем.

К числу распространенных загрязнителей относятся нефтепродукты и АПАВ.

Содержание нефтепродуктов в озере Халактырском находится в пределах нормы. Однако с водами р. Кирпичной в озеро поступают нефтепродукты в концентрации, превышающей ПДК в 2 раза.

Изучение содержания АПАВ в озере Халактырском показывает, что значения ПДК превышены на станциях выпуска коммунально-бытовых сточных вод поселков Дальний и Халактырка на 11 и 12% соответственно.

Таким образом, воды озера Халактырского загрязнены и активно протекают процессы эвтрофирования. Следовательно, для улучшения экологического состояния данного исследуемого водоема необходимо проведение реабилитационных мероприятий. Наиболее безопасным с точки зрения популяционного разнообразия озера является биологическая реабилитация (в сравнении с механическими или химическими методами).

Теоретической основой биологической реабилитации является комплексное решение проблем загрязненных водоёмов. Схема биологической реабилитации водоёмов включает действия, направленные на минимизацию загрязняющих веществ, улучшение санитарного состояния, предотвращение «цветения» воды сине-зелеными водорослями, биологическую мелиорацию высшей водной растительности и, наконец, вылов рыбы и прочих биологических объектов [9].

Биологическая реабилитация озера Халактырского может осуществляться с помощью следующих методов:

1. Применение технологии ОЛИН-ЭКО;
2. Альголизация (внесение водоросли *Chlorella*);
3. Применение водного гиацинта – Эйхорния (*Eichornia*).

Пробиотик ОЛИН-ЭКО обладает антагонистической активностью в отношении широкого спектра патогенных и условно-патогенных бактерий и грибов, интенсивно разлагает органические загрязнители на нейтральные для окружающей среды продукты, способствует отмиранию сине-зеленых водорослей и является эффективным средством биологической реабилитации слабопроточных водоемов, используемых для разведения рыбы.

Благодаря очистке водоема от загрязнения восстанавливаются биологический баланс и интенсифицируются процессы микробиологического, биохимического, физического, и химического самоочищения. Водоем начинает функционировать как самоочищающаяся система.

При достижении заданного уровня очистки водоема от загрязнения и восстановления процессов самоочищения среда водоема перестает быть питательной для сине-зеленых водорослей, тины, ряски и они исчезают из водоёма естественным образом, возвращаясь в естественное состояние биологического баланса. Успевшая образоваться к моменту очистки избыточная биомасса сине-зеленых водорослей отмирает естественным образом в течение двух-трех недель и опускается на дно, где ее остатки полностью уничтожаются бактериями ОЛИН-ЭКО [10].

В качестве механизма, используемого для биологической реабилитации загрязненных водоемов, служит представитель зеленых водорослей из класса протококковых – штамм *Chlorella vulgaris* BIN.

При альголизации водоемов особый интерес представляет вопрос механизма воздействия хлореллы на сине-зеленые водоросли. Хлорелла оказывает избирательное действие и, причем, только на те виды водорослей, которые традиционно вызывают «цветение» воды. Попадая в водоем, хлорелла не осаждается на дно и не прилипает к высшей растительности, а парит в верхнем (до 40–100 сантиметров) слое воды, интенсивно фотосинтезируя и делясь. За несколько дней хлорелла становится доминирующей микроводорослью в указанном слое воды, насыщая его кислородом и удаляя из него излишки углекислого газа, органических и неорганических веществ. При этом уничтожается вся патогенная микрофлора. Поскольку хлорелла является наилучшим кормом для зоопланктона, то численность его в водоеме увеличивается в разы.

При альголизации водоема в весенние месяцы массового развития сине-зеленых водорослей не происходит, так как хлорелла успевает поглотить биогены необходимые для их развития.

Когда водоем уже заражен сине-зелеными водорослями введение данного штамма позволяет лизировать их скопления и перевести продукты разложения в процессе фотосинтеза в белок, липиды, и т. д. входящие в структуру хлореллы [9].

Биологическая реабилитация водоемов может проводиться с применением водного гиацинта – Эйхорния (*Eichornia*) – растение семейства понтедериевых (*Pontederiaceae*). Это растение, при культивации его в водоемах, проводит очистку водной среды, наряду с украшением ландшафта. С помощью своих корней растение способно энергично извлекать из сред многие примеси, растворенные в воде, и дезодорировать окружающую воздушную среду.

Водный гиацинт в состоянии успешно бороться с множеством соединений, которые загрязняют природные водоемы. При развитии этого растения в водоеме интенсифицируются процессы нитрификации, минерализации нефтепродуктов, разрушаются и обезвреживаются многие токсины и соединения биогенов. Процесс очищения протекает не только под воздействием самих растений, но и за счет увеличения количества микроорганизмов, развивающихся на корнях растения. Создание растением благоприятных условий существования полезного биоценоза в несколько раз усиливает деструкцию микроорганизмами растворенных органических и неокисленных минеральных соединений, например, сероводород, аммиак, нитриты, содержащиеся в сточных водах. Эйхорния использует их в процессе своей жизнедеятельности.

При использовании растения на доочистке загрязненных вод вегетационная масса или периодически выбирается из объема или удаляется в завершении жизнедеятельности на водоеме по температурным или иным причинам. Извлеченные особи растения в течение вегетации собираются в специально отведенное место сбора или в контейнер на объекте для последующего вывоза или дальнейшего использования. По проведенным обобщениям и классификации биомасса растений соответствует параметрам отходов неопасного класса.

При этом следует принимать во внимание, что потеря жизнедеятельности растения, например, пораженной неожиданным заморозком, резко снижает до полного прекращения переработку элементов загрязнений растением. В случае оставления на водной поверхности Эйхорния при отрицательных температурах вмерзает в лед, а при таянии льда напитывается водой и полностью оседает на дно. Объем оседающей массы соответствует около 1/2 объема выросшей биомассы. Но эти объемы гораздо меньше по сравнению с количествами извлеченных и переработанных загрязняющих [11].

Рассматривая варианты биологической реабилитации озера Халактырского, необходимо учесть, что в случае внесения в водоем препарата, содержащего микроорганизмы (ОЛИН-ЭКО) не требуется дополнительных временных затрат как при применении Эйхорнии или при альголизации. Альголизация должна осуществляться в несколько этапов и необходимо провести наблюдения за ее развитием в данных климатических условиях. Использование водного гиацинта влечет за собой проблему хранения и утилизации, поскольку может быть использована лишь в вегетационный период.

В таблице указана стоимость предложенных вариантов биологической реабилитации.

Таблица

Соотношение варианта биологической реабилитации и его стоимости

№	Наименование варианта биологической реабилитации	Стоимость, руб.
1	Применение технологии ОЛИН-ЭКО	8 580 000,00
2	Альголизация (внесение водоросли <i>Chlorella</i>)	2 475 000,00
3	Применение водного гиацинта – Эйхорния (<i>Eichornia</i>)	1 425 600 000,00

Исходя из экологической значимости и расчета стоимости указанных вариантов биологической реабилитации наиболее результативным и экономически выгодным для восстановления экосистемы исследуемого водоема может быть использована технология ОЛИН-ЭКО или водоросли хлорелла, поскольку внесение препарата с микроорганизмами может осуществляться в течение 1 года, при использовании указанного штамма водоросли необходимо внесение в течение нескольких лет (расходы могут оказаться равными).

Производя интенсивную очистку воды и донных отложений от гниющей органики, биогенных элементов, загрязняющих веществ, восстановив процессы биологического самоочище-

ния водоема, будут созданы более благоприятные условия для развития ихтиофауны исследуемого водоема, которая представлена жилыми, проходными, а также акклиматизированными видами рыб. Улучшение экологического состояния озера Халактырского приведет не только к восстановлению его рыбохозяйственного значения, а также увеличит его эстетическую и рекреационную значимости.

Литература

1. *Савельев О.В.* Комплексная оценка состояния устойчивости к эвтрофикации экосистем малых водотоков урбанизированных территорий: Дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. – М.: РГБ, 2013. – 143 с.
2. *Линник Г.Н., Набиванец Ю.Б.* Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. – СПб: Гидрометеиздат, 1986. – 270 с.
3. *Воробьев В.И.* Биогеохимия и рыбоводство. – Саратов: МП Литра, 1993. – 224 с.
4. *Евтушенко Н.Ю.* Биоаккумуляция микроэлементов в органах и тканях рыб с разными типами питания при тепловом выращивании // Гидробиологический журнал. – 1996. – Т.32. – № 3 – С. 89–101.
5. *Логинова Е. В., Лопух П.С.* Гидроэкология: курс лекций. – Минск: БГУ, 2011. – 300 с.
6. *Лисицын А. П.* Процессы в водосборе Белого моря: подготовка, транспортировка и отложение осадочного материала, потоки вещества, концепция «живого водосбора» // Система Белого моря. – Т. I. Природная среда водосбора Белого моря. – М.: Научный мир, 2010. – С. 353–445.
7. *Лисицын А. П.* Гидрооптика и взвесь арктических морей // Оптика атмосферы и океана. – 2000. – Т. 13. – № 1. – С. 70–79.
8. *Филина К.В., Шевченко В.П., Кокрятская Н.М., Чупаков А.В.* Распределение и состав взвеси в озерах Кенозерского национального парка // Современные проблемы науки и образования. – Архангельск, 2012. – № 6. – С. 633.
9. *Богданов Н. И.* Биологическая реабилитация водоемов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – 126 с.
10. Новая технология биологической очистки слабопроточных водоемов с использованием Пробиотика ОЛИН-БИО [Электронный ресурс]. – URL: www.probiotic-olin.ru (дата обращения: 05.02.2016).
11. Природный фильтр водоемов [Электронный ресурс]. – URL: www.algobiotehnologia.com (дата обращения: 24.01.2016).

УДК 574.632:597.2(268.45)"2015"

А.Ю. Жилин, Н.Ф. Плотицына

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства
и океанографии им. Н.М. Книповича,
Мурманск, 183038
e-mail: nplotits@pinro.ru*

СОДЕРЖАНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В 2015 ГОДУ

В краткосрочной перспективе наблюдаемые уровни содержания загрязняющих веществ на состояние запасов промысловых видов рыб Баренцева моря существенного влияния не окажут.

Ключевые слова: Баренцево море, рыбы, *n*-парафины, ПАУ, хлорированные углеводороды, микроэлементы.

A.Yu. Zhilin, N. F. Plotitsyna

*Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography,
Murmansk, 183038
e-mail: nplotits@pinro.ru*

CONTENT OF CONTAMINANTS IN COMMERCIAL FISHES FROM THE BARENTS SEA IN 2015

The observed levels of pollutants in commercial fish species from the Barents Sea will not have a significant impact on the state of their stocks in the short term.

Key words: Barents Sea, fishes, *n*-paraffins, PAH, chlorinated hydrocarbons, microelements.

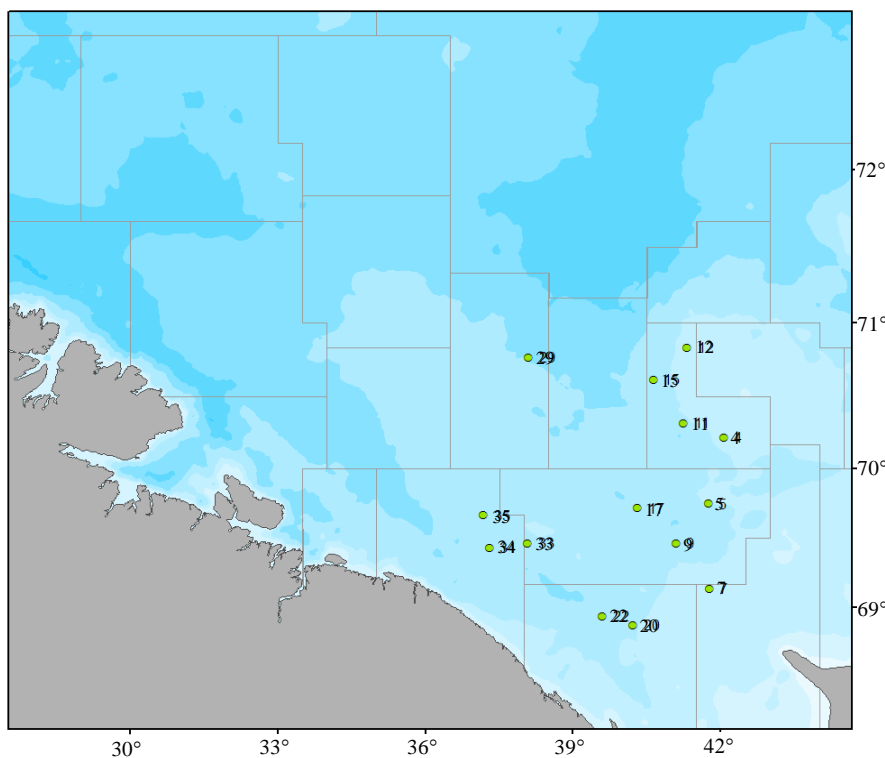


Рис. 1. Схема станций отбора проб промысловых рыб Баренцева моря в 2015 г.

Выполнены определения загрязняющих веществ в рыбах, выловленных в различных промысловых районах Баренцева моря в рейсе № 99 НИС МК-0662 «Фритьоф Нансен» в феврале-марте 2015 г. (рис. 1).

Исследования охватывали 6 из 44 рыбопромысловых районов Баренцева моря: Восточный Прибрежный район, Западный Прибрежный район, Северо-Восточный склон Мурманской банки, Мурманское мелководье, Западно-Центральный район, Канинская банка.

Отбор, подготовка и анализ биологических проб выполнены в соответствии с методическими руководствами ФАО, ИКЕС и действующими нормативными документами [1-5]. Всего проанализировано 80 проб (41 проба мышц и 39 проб печени) атлантической трески (*Gadus morhua*), пикши (*Melanogrammus aeglefinus*), камбалы-ерша (*Hippoglossoides platessoides*), морской камбалы (*Pleuronectes platessa*), пятнистой зубатки (*Anarhichas minor*), черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) и мойвы (*Mallotus villosus*) по 57 химическим показателям. Лаборатория прикладной экологии и токсикологии ФГБНУ «ПИНРО» аккредитована в системе аккредитации аналитических лабораторий на техническую компетентность и независимость (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518450).

Содержание алифатических углеводов (АЛУ) (*n*-парафинов C₈-C₃₁) в мышцах трески варьировало от 0,21 до 0,33 мкг/г сырой массы. В печени трески оно было значительно выше – от 14,0 до 53,7 мкг/г сырой массы. Наибольшее содержание АЛУ определено в печени трески, выловленной в Западном Прибрежном районе. Содержание *n*-парафинов в мышцах пикши изменялось от 0,15 до 0,32 мкг/г, камбалы-ерша – от 0,27 до 0,48 мкг/г, морской камбалы – от 0,27 до 0,31 мкг/г, пятнистой зубатки – от 0,65 до 0,84 мкг/г, черного палтуса – от 0,18 до 0,58 мкг/г и мойвы – от 0,17 до 0,21 мкг/г сырой массы. Наибольшее содержание алифатических углеводов определено в мышцах пятнистой зубатки, выловленной в Западно-Центральном районе. Величины углеродного коэффициента (CPI) в мышцах и печени исследованных рыб были больше единицы и изменялись от 1,59 до 6,22, что подтверждает биогенное происхождение *n*-парафинов как в мышцах, так и в печени рыб. [6-8]. По СанПиН 2.3.2.1078-01 содержание АЛУ в мышцах и печени морских рыб не нормируется [9].

В России отсутствуют нормативы содержания полициклических ароматических углеводов (ПАУ) в морской рыбе, нормируется только содержание бенз(а)пирена в копченой рыбной продукции [9], поэтому сложно оценить уровни загрязнения мышц и печени исследованных рыб ПАУ. В печени рыб, как депонирующем органе, сумма 19-ти ПАУ была значительно выше, чем в мышцах, вследствие более высокого содержания в ней жира.

В мышцах исследованных донных рыб из индивидуальных ПАУ доминировали не канцерогенные соединения – нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин, флуорен и хризен, составляющие 71–97% от Σ ПАУ. Содержание в них соединений, проявляющих канцерогенную активность (бенз[а]антрацен, бенз[б]флуорантен, бенз[к]флуорантен, бенз[а]пирен, индено [1,2,3-*cd*]пирен, дибенз[а, h]антрацен), изменялось в основном в интервале 0,48–6,2% от Σ ПАУ. В мышцах пелагической рыбы мойвы также доминировали не канцерогенные соединения, перечисленные выше, составляющие 69–88% от Σ ПАУ. Содержание в мойве соединений, проявляющих канцерогенную активность, варьировало в интервале 2,28–20,2% от Σ ПАУ. Содержание бенз(а)пирена в мышцах донных рыб составляло 0–3,22%, а пелагических (мойва) – 0,95–16,2% от Σ ПАУ. Суммарное содержание ПАУ в мышцах промысловых рыб Баренцева моря было значительно ниже, чем в мышцах трески, выловленной в водах Северо-Западной Атлантики, и в мышцах рыб Средиземного, Балтийского, Каспийского и Черного морей (300–400 нг/г сырой массы) [10, 11]. Полученные результаты свидетельствовали о низком уровне загрязнения промысловых рыб Баренцева моря ПАУ, в том числе обладающими канцерогенными свойствами.

Распределение персистентных хлорированных углеводов в морских организмах отличается крайней неоднородностью и тяготением их повышенного содержания к системам депонирования, а также к органам и тканям с высоким содержанием жира [12, 13].

Наибольшее суммарное содержание α -, β -, γ - изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ) обнаружено в мышцах мойвы (8,36 нг/г сырой массы), выловленной на Северо-Восточном склоне Мурманской банки (ст. 29). Максимальное содержание гексахлорбензола (ГХБ) определено в мышцах черного палтуса из Западного Прибрежного района (0,80 нг/г сырой массы). Наибольшее содержание хлордана обнаружено в мышцах черного палтуса (1,52 нг/г сырой массы), выловленного в Западном Прибрежном районе (ст. 34), причем здесь обнаружены все определяемые изомеры хлордана (*цис*- и *транс*-хлордан, *цис*- и *транс*-нонахлор, а также оксихлордан). Максимальное содержание метаболитов ДДТ также определено в мышцах черного палтуса из этого же промыслового района (5,12 нг/г сырой массы). Остаточные количества хлорорганических пестицидов (ХОП) в печени исследованных рыб были значительно выше, чем в мышцах, так как печень является депонирующим органом, где в первую очередь происходит накопление

загрязняющих веществ. Кроме того, печень рыб отличается более высоким содержанием жира по сравнению с мышцами, а все хлорированные углеводороды обладают липофильными свойствами, то есть хорошо растворяются в жирах [13].

Высокое суммарное содержание изомеров ГХЦГ характерно для печени трески, выловленной на Мурманском мелководье – 12,9 нг/г сырой массы (ст.9), и пикши из этого же промышленного района – 12,8 нг/г сырой массы (ст. 33). Максимальное количество ГХБ определено в печени трески, выловленной в Западно-Центральном районе – 24,5 нг/г сырой массы (ст. 15). Высокое суммарное содержание изомеров хлордана (39,3 нг/г сырой массы) и метаболитов ДДТ (131 нг/г сырой массы) обнаружено в печени трески, выловленной на Мурманском мелководье (ст. 17 и 9 соответственно). По норвежской классификации среднее содержание ГХБ, суммы изомеров ГХЦГ и метаболитов ДДТ в печени трески соответствовало антропогенному фоновому уровню [14]. Преобладание содержания изомеров α -ГХЦГ над γ -ГХЦГ и p,p' -ДДЕ над p,p' -ДДТ в мышцах и печени исследованных рыб указывало на «старое» загрязнение этими пестицидами среды их обитания.

Суммарное содержание ПХБ в мышцах исследованных рыб изменялось от 0,93 до 3,61 нг/г сырой массы, в печени – от 5,56 до 355 нг/г сырой массы. Вследствие значительного количества жира содержание ПХБ в печени рыб во много раз превышало их содержание в мышечной ткани. В мышцах и печени рыб доминировали конгенеры с номерами по номенклатуре IUPAC 118, 138 и 153, составляющие 60–80% от Σ ПХБ, что указывало на техногенное загрязнение среды обитания рыб промышленными смесями полихлорбифенилов типа Agoslog, российские аналоги – Совол (конденсаторное масло) и Совтол (трансформаторное масло) (рис. 2). Наиболее высокое содержание ПХБ обнаружено в печени трески, выловленной на Мурманском мелководье – 355 нг/г сырой массы (ст. 9).

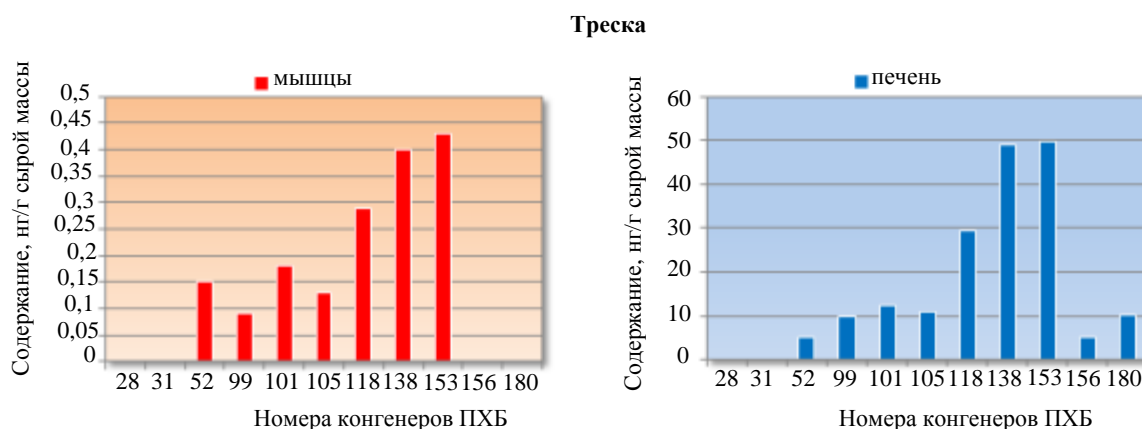


Рис. 2. Среднее содержание конгенов ПХБ в треске Баренцева моря в 2015 г.

Средняя токсичность диоксиноподобных ПХБ в мышцах рыб, выраженная в единицах токсического эквивалента, варьировала от 0,09 (пикша) до 0,89 пг ТЭ/г сырой массы (черный палтус), а в печени – от 2,10 (пятнистая зубатка) до 24,3 пг ТЭ/г сырой массы (треска). Токсичность диоксиноподобных хлорированных углеводородов, обнаруженных в мышцах рыб, была во всех случаях меньше 1. Наибольшая величина этого показателя найдена в печени трески (36,9 пг ТЭ/г сырой массы), выловленной на Мурманском мелководье (ст. 9), и камбалы-ерша (11,1 пг ТЭ/г сырой массы) из Западного Прибрежного района (ст. 34). По норвежской классификации наибольшая токсичность диоксиноподобных хлорированных углеводородов в печени трески (36,9 пг ТЭ/г сырой массы) соответствовала умеренному загрязнению [14]. Тем не менее содержание хлорированных углеводородов в мышцах и печени исследованных рыб было значительно ниже допустимых уровней, установленных санитарными правилами и нормативами РФ для морских рыб [9].

Тяжелые металлы по токсикологическим оценкам «стресс-индексов» занимают второе место среди загрязняющих веществ, уступая только ХОП и ПХБ. К числу наиболее распространенных металлов-загрязнителей относятся свинец, кадмий, ртуть, а также другие, так называемые следовые элементы, например, мышьяк [15].

Из тяжелых металлов в мышцах и печени исследованных рыб преобладало железо. Содержание меди, цинка, никеля, хрома, марганца и кобальта в тканях рыб варьировало в очень узких интервалах, характерных для природных фоновых уровней. По СанПиН 232.1078-01 в мышцах морских рыб нормируется только содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути, а в печени – свинца, кадмия и ртути [9]. В мышцах и печени исследованных рыб содержание свинца и кадмия не превышало установленных нормативов (1,0 и 1,0; 0,2 и 0,7 мкг/г сырой массы соответственно) [9].

Среднее содержание общего мышьяка в мышцах пикши, камбалы-ерша, пятнистой зубатки и мойвы превышало установленный норматив 5 мкг/г сырой массы [9]. В мышцах 4-х из 7-ми экземпляров трески содержание общего мышьяка превышало установленный норматив и изменялось в интервале от 5,26 до 7,27 мкг/г сырой массы. Мышьяк полноправно участвует в метаболизме гидробионтов, входит в состав металлопротеидов (арсенобетаинов) и всегда присутствует в организмах водных промысловых объектов. Его общее повышенное содержание не имеет ничего общего с техногенным загрязнением. Мышьяк поглощается гидробионтами в основном с пищей и токсичные неорганические соединения мышьяка способны быстро образовывать прочные комплексы с низкомолекулярными органическими соединениями, которые не представляют опасности для человека и к тому же быстро выводятся из организма [16]. По опубликованным данным содержание общего мышьяка в 320 пробах мышц черного палтуса, выловленного в прибрежных водах северной Норвегии (арх. Шпицберген), варьировало от 2,0 до 41 мкг/г при среднем значении $8,1 \pm 6,2$ мкг/г сырой массы. Содержание токсичного неорганического мышьяка в мышцах черного палтуса изменялось от значения $< 0,001$ до 0,01 мкг/г сырой массы. В мышцах атлантической трески содержание общего мышьяка варьировало в широком диапазоне от 0,4 до 52 мкг/г сырой массы. Содержание же токсичного неорганического мышьяка было $< 0,001$ мкг/г сырой массы [17].

В мышцах промысловых рыб Баренцева моря содержание общей ртути варьировало от 0,002 до 0,012, а в печени – от 0,014 до 0,050 мкг/г сырой массы, и не превышало установленный норматив 0,5 мкг/г сырой массы (рис. 3) [9].

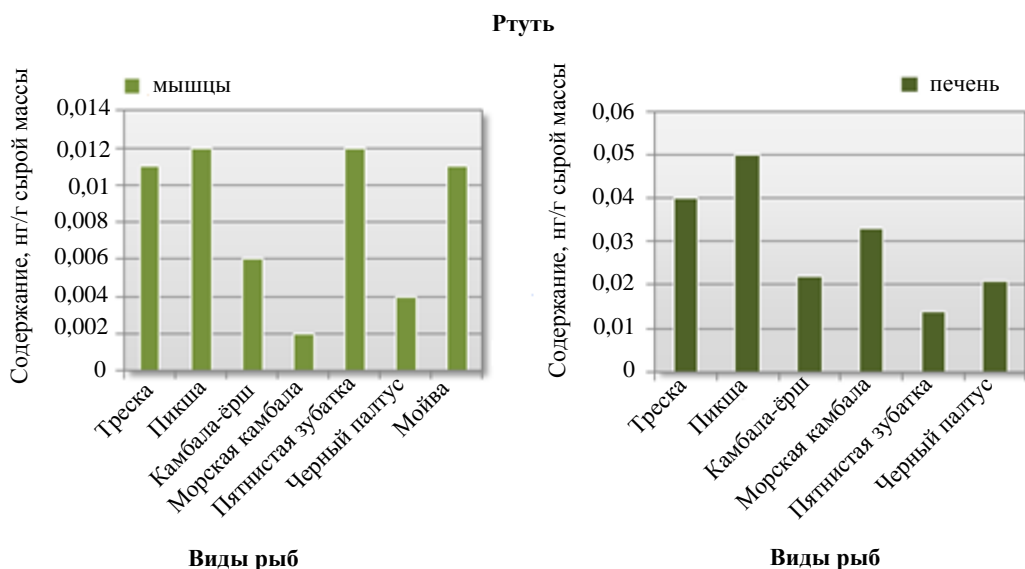


Рис. 3. Среднее содержание общей ртути в рыбах Баренцева моря в 2015 г.

В результате проведенных исследований установлено, что в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря преобладали АЛУ (*n*-парафины) биогенного происхождения. Полученные данные свидетельствовали о низком уровне загрязнения рыб ПАУ, обладающими канцерогенными свойствами. Содержание хлорированных углеводородов и микроэлементов – свинца, кадмия, мышьяка и ртути в тканях рыб были значительно ниже допустимых уровней, установленных санитарными правилами и нормативами РФ для морских рыб. Исключение составляло

содержание общего мышьяка в мышцах отдельных видов рыб Баренцева моря, которое нормируется в СанПиН 2.3.2.1078-01. Но проводимые в настоящее время исследования указывают на то, что нормировать в мышцах промысловых рыб следует содержание не общего мышьяка, а его токсичных неорганических соединений.

Литература

1. ICES Guidelines for Monitoring Contaminants in Fish and Shellfish and in Sediments/ Six Year review of ICES Coordinated Monitoring Programmes // Coop. Res. Report. – 1984. – № 126. – P. 96–100.
2. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 2. Guidelines for Use of Biological Accumulators in Marine Pollution Monitoring // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – No.150. – 76 p.
3. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3. Sampling and Analyses of Biological Material // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – No.158. – 124 p.
4. Методика выполнения измерений активности (удельной активности) гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением спектрометра энергии гамма-излучения CANBERRA с программным обеспечением GENIE 2000. – СПб.: Изд-во ООО «НТЦ «РАДЭК», 2009. – 43 с.
5. Методика выполнения измерений удельной активности стронция-90 в пробах окружающей среды на сцинтилляционной установке “LS 6500”. – СПб.: Изд-во ООО «НТЦ «РАДЭК», 2006. – 16 с.
6. Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / Г.Г. Матишов, Л.Г. Павлова, Г.В. Ильин, Т.А. Щекатурина, О.Г. Миронов, В.С. Петров. – Апатиты, 1997. – 404 с.
7. Миронов О.Г., Щекатурина Т. Л. Метод определения углеводов в морских организмах // Методы исследования органического вещества в океане. – М.: Наука, 1980. – С. 269–274.
8. The alkanes of marine organisms from the United Kingdom and surrounding waters / Whittle K. J., Mackie P. R. Hardy R., et al. // Rapp. P.-V. Peun. Cons. int. Explor. Mer. – 1977. – V. 171. – P. 72–78.
9. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2. 1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
10. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – М.: Изд-во ВНИРО, 1997. – 349 с.
11. Polycyclic aromatic compounds in cod (*Gadus morhua*) from the Northwest Atlantic and St. Lawrence estuary / Hellou J. , Upshall C., Payne J. F. Hodson P. V. // Sci. Total Environ. – 1994. – V. 145, №. 1–2. – P. 71–79.
12. Стойкие органические загрязнители: пути решения проблемы / В.В. Худолей, Е.Е. Гусарова, А.В. Клинский, Г.А. Ливанов, А.А. Старцев. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. – 363 с.
13. Худолей В.В. Полициклические ароматические и галогенизированные углеводороды: антропогенная нагрузка северных морей и оценка онкоэкологической опасности // Проблемы экологии полярных областей. – М.: Наука, 1991. – С. 88–91.
14. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder OG kystfarvann. Veiledning / J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // SFT Veiledning, 1997. – 97:03. – 36 p. (In Norwegian).
15. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
16. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
17. Concentrations of mercury, arsenic, cadmium and lead in Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) caught of the coast of northern Norway / K. Julshamn, S. Frantzen, S. Valdersnes, B. Nilsen, A. Maage, K. Nedreaas // Marine Biology Research. – 2011. – V.7. – Issue 8. – P. 733–745.

УДК 582.273

Л.В. Жильцова

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр)

Владивосток, 690091

e-mail: lidiya.zhiltsova@tinro-center.ru

РОЛЬ ВИДА – ЭДИФИКАТОРА В ОБРАЗОВАНИИ КОНСОРЦИЙ АНФЕЛЬЦИИ

На основе обобщения многолетних данных рассматриваются вопросы образования консортивных связей морской красной водоросли анфельции. Основную функцию детерминанта – энергообеспечение консортов – анфельция выполняет, седиментируя в пласте массу взвешенных веществ.

Ключевые слова: анфельция, консорты, консортивные связи.

L.V. Zhiltsova

Pacific Research Fisheries Centre (TINRO-centre),

Vladivostok, 690091

e-mail: lidiya.zhiltsova@tinro-centre

ROLE OF EDIFICATOR SPECIES IN AHNFELTIA CONSORTIUM LINKING

The article deals with consortium links of red seaweed ahnfeltia. They are considered on the basis of long-term data. Ahnfeltia acts as determinant – consort energy supply sedimentating suspended particular matter in the layer.

Key words: ahnfeltia, consors, consortium links.

Морская красная водоросль анфельция *Ahnfeltia tobuchiensis* формирует поля (пласты) в проливе Старка, бухтах Баклан, Перевозная, Троицы, Северная, Ильмовая и побережье горы Столовой (залив Петра Великого). Является видом с сильно выраженной средообразующей способностью. В пластах анфельции отмечается большое количество организмов, принадлежащих к различным таксономическим группам: порядка 67 видов водорослей [1]; множество животных, представленных в основном молодью [2]; многочисленные представители мейофауны с плотностью до нескольких сотен тыс. экз/м² [3]. Совокупность всех видов, обитающих в скоплениях этой водоросли, представляет собой единое специфическое сообщество вида-эдификатора – анфельции – и видов с ним связанных. Именно в составе сообщества виды способны выдерживать более значительную амплитуду изменений факторов среды, чем по отдельности. Границы сообщества определяются областью распространения. При такой большой заселенности пласта трудно учесть действие всех биоценологических механизмов, но возможно выделить в исследуемом биоценозе связи отдельных организмов, образующих с анфельцией – видом эдификатором – посредством различных типов консортивных связей консорции, которые являются связующим звеном между фито – и зооценозом [4]. Функциональная целостность сообщества анфельции и его устойчивость обусловлены наличием четырех видов связей между видом – детерминантом и его консортами: топических, трофических, форических и фензивных. Системообразующими из них являются топические и трофические связи, а остальные относятся к второстепенным.

Таким образом, целесообразность консортивного подхода при изучении сообществ анфельции была обоснована необходимостью более конкретного понимания взаимоотношений разнородных организмов с детерминантом сообщества.

Топический аспект. В местах обитания поля анфельдии оказывают влияние на гидрологические параметры (снижается скорость течения, усиливается аккумуляция детрита, ухудшается освещенность придонного слоя) и гидрохимические показатели (повышается pH, меняется содержание кислорода, фосфора, азота и др.). Пласт анфельдии представляет собой конгломерат из сильно разветвленных спутанных талломов с относительной поверхностью порядка $3,5 \times 10^5 \text{ м}^2$ ($15 \text{ м}^2/\text{кг}$ анфельдии) [5]. Массовая концентрация талломов анфельдии на сравнительно небольших участках акватории (площадь отдельных полей составляет 150–800 га) определяет основную роль ее пластов в местах обитания, как дополнительного субстрата для жизненного пространства большого количества таксонов. Морфологическая структура водоросли способствует организации жизненного пространства в толще воды, формируя мозаику экологических ниш и увеличивая площадь обитаний в условиях дефицита твердого субстрата. В ее пластах отмечены бактерии, грибы, эпифитные и сопутствующие водоросли, планктонные и бентосные беспозвоночные. Подбор видов, связанных с анфельдией, идет за счет видов как местной флоры и фауны, так и за счет видов, которые попадают в пласт во время штормов, пищевых миграций, заносятся течениями на личиночной стадии. В структуре сообщества анфельдии биомасса доминанта составляет порядка 80% от общей. Переплетенные между собой талломы водоросли, формирующие многотонный пласт, создают надежное убежище для своих консортов, а большая поверхность субстрата, пригодного для поселения (оседают личинки разных организмов), является зоной подроста до жизнестойкого состояния. Численность и биомасса гидробионтов в пласте анфельдии выше аналогичных показателей вне его в районах скопления водорослей. Так, например, численность трепанга дальневосточного *Apostichopus japonicus* в пласте анфельдии изменяется от 2–5 до 72 экз/м² (в плотных скоплениях), а биомасса – от 2–150 до 1440 г/м². На грунте максимальные показатели этого вида редко достигают 3–8 экз/м² и 10 – 800 г/м². Анализ размерного состава молоди трепанга в пласте анфельдии свидетельствует о многолетнем характере взаимоотношений (от сеголеток до 3-х лет). Причем доля мелкоразмерных особей составляет более 60%, что говорит о ежегодном пополнении.

Трофический аспект. Способность пласта анфельдии осуществлять трансформацию взвешенных и растворенных в толще воды органических веществ (ВОВ и РОВ) создает основу цепи питания беспозвоночным, обитающим в нем: молоди дальневосточного трепанга, серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*, асцидии *Halocynthia aurantium*, ракообразных и др. Анфельдия, как детерминант консорции, задерживая в толще пласта взвешенное органическое вещество, выполняет одну из самых основных своих функций детерминанта – энергетическое обеспечение связанных с ней организмов.

Второстепенные функциональные группы связей в биоценозе анфельдии представлены двумя видами: форическими и фензивными. Группа форических связей представлена зоохорией (серый морской еж переносит прилипшие к панцирю фрагменты анфельдии с молодью трепанга). Фензивные связи (носят непостоянный характер) характерны для некоторых видов рыб (*Opisthocentrus ocellatus*, *Sebastes schlegeli*, *Clupe harengus pallasi* и др.), использующих пласт анфельдии в качестве убежища и защиты от врагов. Фабрические связи не обнаружены.

Имеющиеся данные (собственные и литературные) свидетельствуют о том, что механизм образования консорций анфельдии во всех районах ее обитания (залив Петра Великого, лагуна Буссе, залив Измены) относительно одинаков. Вокруг детерминанта складывается определенный набор консортов. В массовых поселениях анфельдии в разных районах океана наблюдается относительно идентичный состав модельных видов. Стабильность консорций и их организация обеспечивают динамическое равновесие в сообществе. Такие виды как травяная креветка (*Pandalus latirostris*), трепанг, птилота (*Ptilota filicina*) присутствуют на полях анфельдии во всех районах обитания. К настоящему времени мы выявили порядка 30 организмов, являющимися «модельными» для полей анфельдии залива Петра Великого и составляющих экологическое «ядро» структуры населения пластов [6]. Функциональная роль пласта в качестве седиментатора дает возможность консортам увеличивать численность и биомассу.

Следует обратить внимание на отдельные типы связей в консорции. Их приоритетная значимость может изменяться. Если рассматривать консорцию анфельдия – трепанг на личиночной стадии трепанга, то наиболее важной функциональной особенностью такого образования, влияющей на выживаемость всей совокупности беспозвоночных, является топический аспект, который определяется обширностью субстрата для оседания и наличием укрытий на ранних стадиях развития. В дальнейшем, для молоди этого же вида приоритетными становятся трофические связи.

В водных экосистемах возможно построение консорции вокруг ядра, состоящего из двух видов-детерминантов. В нашем случае примером может служить формирование консорции анфельция – травяная креветка – zostера. В анфельции креветка укрывается на зимовку (основная связь – топическая, трофическая – сопутствующая), в zostере происходит нерест, нагул (основная связь трофическая, топическая – сопутствующая) [7].

Изучение сообщества анфельции на основе консортивных связей вида – эдификатора позволило более четко определить значимость вида в сообществе: это не только дополнительный субстрат для обитания многих организмов, но и источник энергии для их существования. Вид – детерминант видоспецифично организует и модифицирует среду обитания. Благодаря именно ему в данном сообществе появляются виды, которые входят в него только через связь с детерминантом.

Следует отметить, что в пределах пласта анфельции распределение (анфельция – трепанг, анфельция – травяная креветка, анфельция – серый морской еж и др.) относительно постоянно во времени характеризуются четкими границами.

Литература

1. *Титлянова Т.В.* Видовой состав и распределение водорослей в пласте промыслового поля анфельции в проливе Старка // Биология анфельции. – Владивосток, 1980. – С. 15–20.
2. *Жильцова Л.В., Гусарова И.С., Кулепанов В.Н.* Консортивные связи анфельции /Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Тез. докл. 3-й Междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: ТИПРО – Центр, 2008. – С. 61.
3. *Павлюк О.Н., Требухова Ю.А.* Сообщество мейобентоса пласта анфельции тобучинской в проливе Старка (Амурский залив, Японское море): Тез. докл. X Съезда гидробиол. общества при РАН. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 303.
4. *Петров К.М.* Основные положения морской фитоценологии: Материалы междунар. науч. конф. VII школы по морской биологии. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008 – С. 303.
5. *Лавин П.И., Чернышев В.Д.* Расчеты скорости фотосинтеза морской промысловой водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis* // Оперативные информационные материалы. – Иркутск, 1977. – С. 28–29.
6. *Жильцова Л.В.* К вопросу сохранения видового состава сообщества анфельции тобучинской в условиях промысла (залив Петра Великого, Японское море) // Тез. докладов Второй междунар. науч.-практ. конф. «Биоразнообразие и устойчивое развитие». – Симферополь, 2012. – С. 362–364.
7. *Жильцова Л.В.* Некоторые особенности экологии травяного чилима *Pandalus latirostris* пролива Старка (Японское море) // Сб. материалов VIII всерос. науч. конф. «Промысловые беспозвоночные» – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 118–119.

УДК [595.384.2.08:574.64](268.45)

А.М. Лаптева

*Полярный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича,
Мурманск, 183038
e-mail: lapteva@pinro.ru*

**ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В КАМЧАТСКОМ КРАБЕ (*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*)
БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

Представлены результаты исследований содержания микроэлементов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) в мышцах камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Дается количественная и качественная оценка содержания токсичных элементов (Pb, Cd, As, Hg) в мягких тканях краба, являющегося важным промысловым объектом.

Ключевые слова: Баренцево море, Мурманское мелководье, Восточный Прибрежный район, камчатский краб, микроэлементы.

A.M. Lapteva

*Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography,
Murmansk, 183038
e-mail: lapteva@pinro.ru*

**ECOTOXICOLOGICAL SPECIFICITY OF TRACE ELEMENT DISTRIBUTION
IN RED KING CRAB (*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*)
FROM THE BARENTS SEA**

The analysis results of trace elements (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) in the muscles of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) by atomic absorption spectrophotometry are presented. Quantitative and qualitative assessment of the content of toxic elements (Pb, Cd, As, Hg) in the soft tissues of the crab which is an important commercial species is given.

Key words: Barents Sea, Murmansk shallow water, Eastern coastal area, king crab, trace elements.

В настоящее время в Баренцевом море наблюдается устойчивая тенденция увеличения общей и промысловой численности камчатского краба, и ведется его активный промысел. Ареал распространения вселенца постоянно расширяется, и краб теперь уже стал полноправным членом донной фауны Баренцева моря. Камчатский краб приобрел множество трофических связей с бентосными организмами моря, так или иначе влияя на их численность и поведение. Кроме того, он выступает в роли активного «ассенизатора» акватории, поедая различные органические и антропогенные остатки, также крабы сами служат пищей рыбам и морским млекопитающим [1, 2].

Цель настоящей работы – выявить общие тенденции содержания и распределения микроэлементов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) в органах и тканях камчатских крабов (*Paralithodes camtschaticus*) Баренцева моря.

Материалом исследований послужили пробы мягких тканей 25-ти экземпляров камчатских крабов, отловленных на Мурманском мелководье и в Восточном прибрежном районе Баренцева моря в 2014 г. Подготовка и анализ проб на содержание микроэлементов были выполнены в соответствии с ГОСТ 26929-94 [3]. Анализ проб на содержание микроэлементов проводился методами пламенной и непламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе фирмы «Shimadzu», модель AA-6800 (Япония).

Мясо краба – это деликатесный продукт, являющийся источником незаменимых белков, жиров, углеводов, витаминов и микроэлементов. В мягких тканях всех проанализированных крабов присутствовали важные элементы, так называемые «металлы жизни», которые располагались в следующей последовательности: $Zn > Fe > Cu > Mn > Ni > Cr > Co$ (табл. 1).

В мышцах исследованных крабов преобладали медь, железо и цинк, а их среднее содержание варьировало от 7,0 до 37 мкг/г сырой массы. Содержание Co, Cr, Ni и Mn в тканях изменялось в пределах 0,32–0,70 мкг/г сырой массы.

Таблица 1

Содержание металлов в мягких тканях *Paralithodes camtschaticus*, мкг/г сырой массы

Металл	Co	Cr	Ni	Mn	Cu	Fe	Zn
Min	0,04	0,01	0,01	0,10	3,10	6,72	22,7
Max	0,60	0,90	1,00	3,80	13,0	46,4	48,4
Среднее (n = 25)	0,32 ± 0,03	0,50 ± 0,04	0,50 ± 0,05	0,70 ± 0,17	7,11 ± 0,53	12,0 ± 1,6	37,0 ± 1,0

Выявлена положительная корреляционная связь между Fe и Mn с очень высокой степенью близости коэффициента корреляции ($r = 0,95\%$ по шкале Харрингтона) [4]. Значимая линейная корреляция Fe и Mn указывала на наличие ассоциации между этими элементами.

Железо и марганец поступают в пищеварительный канал краба с пищей на поверхности коллоидных частиц нерастворимых солей Mg или Al, где, происходит эффект ингибирования абсорбции Fe и Mn [5]. Кроме того, Mn попадает в организм, пройдя жаберный эпителий, и транспортируется по гемолимфе, растворяясь в плазме, будучи связанным с белками гемолимфы, преимущественно с гемоцианином (80–90%). Марганец в основном накапливается в органеллах, таких как митохондрии, аппарат Гольджи и везикулы [6]. Марганец является синергистом железа, необходимым для поддержания его гомеостаза. Кроме того, Mn поддерживает активность ферментов, отвечающих за внутриклеточную передачу сигнала от окиси азота [7].

Медь и цинк – это металлы, образующие прочные комплексные связи с органическими лигандами. Цинк входит в состав важного фермента – карбоангидразы, который отвечает за скорость процесса связывания углекислого газа. Также Zn принимает участие в процессах деления и дифференцировки клеток, функционировании десятков ферментов, инсулина поджелудочной железы и др. Медь в организме беспозвоночных обратимо присоединяет кислород в составе гемоцианина [8].

Остальные изученные нами микроэлементы (Co, Ni, Cr) также активно участвуют в регуляции обменных процессов крабов. Кроветворение у живых организмов может осуществляться только при нормальном взаимодействии трех биоэлементов – кобальта, меди и железа. Кобальт входит в состав молекулы цианокобаламина, активно участвует в ферментативных процессах, повышает усвоение железа и синтез гемоглобина, является мощным стимулятором эритропоэза. Никель и хром участвуют в процессах углеводного обмена и гликогена [5].

Особенности относительного содержания жизненно важных элементов в мягких тканях крабов в зависимости от массы и ширины карапакса ракообразных представлены на рис. 1.

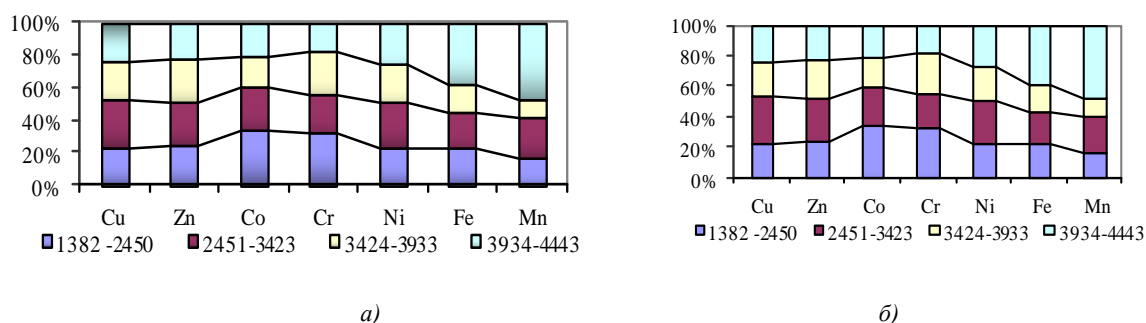


Рис. 1. Относительное содержание микроэлементов в крабах в зависимости от массы и размера: а) масса, г; б) ширина карапакса, мм

С увеличением общей массы тела, интенсивность обмена в организме растет, тогда как удельная (отнесенная к единице массы тканей) – уменьшается. Важно также учитывать величину поверхности тела, ведь при увеличении линейных размеров тела его масса возрастает в кубе, а площадь – в квадрате. Поэтому потребность в том или ином элементе в организме может существенно меняться [9].

Медь и цинк распространялись в тканях всех крабов равномерно. В то же время самые легкие и мелкие особи имели более высокое содержание Co и Cr. В крупных крабах наблюдалась тенденция к активной аккумуляции Ni, Mn и Fe. Ведь хронический дефицит Ni, Mn и Fe приводит к задержке обменных процессов и нарушению метаболизма, а также возникновению ряда дистрофических нарушений [6].

Критериями загрязненности морских беспозвоночных являлись санитарно-эпидемиологические правила и нормативы РФ (СанПиН 2.3.2.1078-01) [10]. В России в нерыбных объектах промысла нормируются только свинец, мышьяк, кадмий и ртуть. Среднее содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути в мышцах крабов не превышало допустимые уровни – 10,0, 2,0, 5,0 и 0,2 мкг/г сырой массы соответственно (рис. 2). В то же время содержание мышьяка в мышцах отдельных крабов варьировало от 5,1 до 6,6 мкг/г сырой массы, что превышало гигиенический норматив.

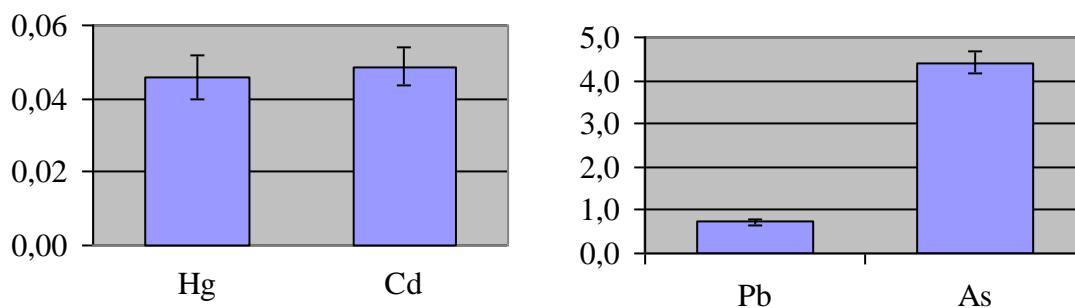


Рис. 2. Среднее содержание Hg, Cd, Pb и As в мышцах крабов, мкг/г сырой массы

Динамику содержания металлов в зависимости от массы и размера крабов можно проследить на рис. 3.

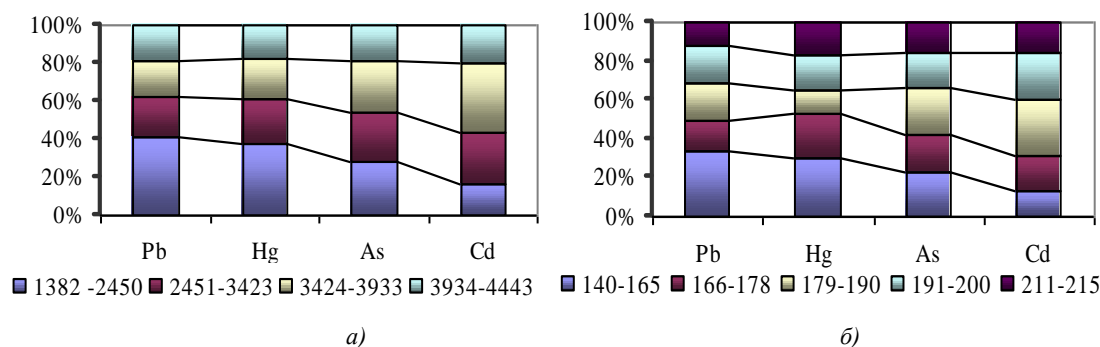


Рис. 3. Относительное содержание микроэлементов в крабах в зависимости от массы и размера: а) масса, г, б) ширина карапакса, мм

В исследованных крабах с минимальными показателями массы и размера активно накапливались Pb и Hg, так как содержание ртути и ее соединений в организме связано с относительными размерами животного. Так как наружная адсорбция и поглощение организмом ртути в основном происходит поверхностью всего тела [11]. Содержание As и Cd в зависимости от массы и ширины карапакса в мягких тканях краба в большинстве случаев достоверно не отличалось.

Для сравнительной оценки содержания микроэлементов в мягких тканях камчатского краба приведем данные микроэлементарного состава других представителей отряда Decapoda (табл. 2). Микроэлементный состав десятиногих ракообразных варьирует в пределах одного порядка.

Основной источник микроэлементов в теле ракообразных это пища. По типу питания камчатский краб, как и многие донные ракообразные, эврифаг. В желудках крабов встречаются остатки иглокожих, морских звезд, многощетинковых червей – полихет, мелких брюхоногих и двустворчатых моллюсков, усоногих раков, водорослей. Камчатские крабы предпочитают исключительно свежую пищу, и даже переходя к некрофагии (например, при питании отходами рыбного промысла), они потребляет только свежие трупы или рыбные отходы.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в тканях десятиногих раков Decapoda,
мкг/г сырой массы

Название	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>	<i>Mn</i>	<i>Co</i>	<i>Pb</i>	<i>Fe</i>	<i>Cd</i>	<i>As</i>	<i>Hg</i>
<i>Hyas araneus</i>	10,7	18,2	0,98	1,19	8,61	0,85	0,42	113	0,58	6,82	0,06
<i>Chionoecetes opilio</i>	10,9	20,2	1,82	0,90	18,7	1,00	0,30	253	0,28	15,0	0,02
<i>Pagurus pubescens</i>	22,6	22,1	2,22	2,10	16,8	1,72	0,21	174	0,47	10,5	0,04
<i>Sclerocrangon boreas</i>	5,12	10,1	0,32	1,40	2,80	1,30	0,40	39,6	0,67	15,0	0,01
<i>Sabinea septemcarinata</i>	3,00	9,00	0,38	2,05	3,39	0,67	0,55	43,0	0,15	19,7	0,05
<i>Pandalus borealis</i>	3,15	22,1	5,66	1,29	1,13	0,44	0,41	34,5	0,11	5,30	0,04

Часто в пищевых комках неполовозрелых и взрослых крабов встречается обилие несъедобных объектов антропогенного происхождения, а также кутикула полихет, известковые тельца иглокожих, осколки раковин, биссусные железы и нити, оперкулюмы, кусочки детрита и грунта [2]. В желудках крабов иногда встречаются кости рыб, хотя последних крабы не могут поймать живыми ввиду своей медлительности. Исследователи питания крабов дальневосточных морей, указывают, что предпочтительного объекта пищи у крабов нет. В желудках доминирует тот доступный по размерам для употребления в пищу вид, который является массовым в конкретном районе обитания пойманного краба [12].

Звенья трофической цепи питания краба содержат достаточно большое количество микроэлементов и способны накапливать их в десятки и сотни раз больше, чем органы и ткани ракообразного. Особенно активными концентраторами металлов являются гидроиды, полихеты и брюхоногие моллюски. Совершенно очевидно, что кормовые объекты являются основными источниками поступления микроэлементов в тело крабов [13].

В то же время организм крабов способен к саморегулированию и восстановлению баланса необходимых веществ. Избавляться от переизбытка микроэлементов крабам помогает не только прекрасные органы осморегуляции, но и периодические и преждевременные линьки. Существует мнение, что в процессе линьки в сброшенном панцире содержится значительное количество Pb, Cu, Zn и других микроэлементов. Вероятно, таким способом крабы избавляются от их избыточного содержания [14].

Таким образом, среднее содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути в мышцах крабов не превышало допустимые уровни содержания металлов в нерыбных объектах промысла. В то же время в некоторых крабах наблюдалось повышенное содержание мышьяка.

Мышьяк в основном содержится в морских организмах в результате естественных процессов в море. Известно, что токсичность и канцерогенность As зависит от его валентности, и что в морепродуктах содержатся органические соединения мышьяка, которые являются совершенно безвредными и к тому же быстро выводятся из организма. Действующий норматив регламентирует содержание общего мышьяка, который в животных тканях находится в нетоксичных формах с небольшим содержанием неорганического токсического As (менее 1%) [15, 16].

В теле камчатских крабов в течение всей жизни происходит интенсивная аккумуляция веществ, которые им необходимы для нормальной жизнедеятельности. Эти микроэлементы входят в состав ферментов, гормонов, витаминов и биологически активных веществ в качестве комплексообразователей или активаторов, участвуют в обмене веществ, процессах размножения, тканевого дыхания, обезвреживания токсических веществ. Участие этих веществ в обменных процессах может ограничиваться отдельными тканями, органами, условиями обитания или другими внешними и внутренними факторами и в ряде случаев требует дополнительного экспериментального подтверждения и изучения.

Литература

1. Дворецкий А.Г. Вселение камчатского краба в Баренцево море и его воздействие на Камчатский краб в Баренцевом море. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. – 383 с.
3. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – С. 34–40.
4. Белозерова Р.Х., Шабанова А.В. Разработка методики оценки и сравнения уровня загрязненности городских водоемов с использованием шкалы Харрингтона // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2011. – Т. 1, № 1. – С. 142–144.
5. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Мир, 2004. – 216 с.
6. Baden S. P., Eriksson S.P. Role, routes and effects of manganese in crustaceans // Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. – 2006. – Vol. 44. – P. 61–83.
7. Торшин И. Ю., Громова О. А., Хаджидис А. К. Систематический анализ молекулярных механизмов воздействия железа, меди, марганца в патогенезе железodefицитной анемии // Клини. фармакология. – 2010. – № 3. – С. 8–10.
8. Яценко А. В. Комплексные соединения в процессах дыхания живых существ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/general/protein.pdf>. – Загл. с экрана.
9. Шмидт-Нельсен К. Физиология животных. Приспособление и среда. – М.: Мир. 1982. Кн. 1. – 416 с.
10. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав России, 2002. – 164 с.
11. Ртуть: Экологические аспекты применения. – Женева: Всемирная организация здравоохранения, 1992. – 127 с.
12. Слизкин А., Сафронов С. Промысловые крабы прикамчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: Северная пачифика, 2000. – 142 с.
13. Лантева А.М. Микроэлементы в беспозвоночных Баренцева моря // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.) – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 178–183.
14. Bergey L.L., Weis J. S. Molting as a mechanism of depuration of metals in the fiddler crab *Uca pugnax* // Mar. Environ. Res. – 2007. – Vol. 64. – P. 556–562.
15. Лантева А.М. Содержание мышьяка в тканях камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* из различных районов Баренцева моря // Материалы конф. молодых ученых, посвященной 80-летию ПИНРО (14 марта 2001 г.). – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. – С. 53–58.
16. The determination of chemical elements in food: applications for atomic and mass spectrometry / Edited by S. Caroli. – New Jersey: Published by John Wiley and Sons, Inc., 2007. – 733 p.

УДК [551.46.09:504.5](268.45.03)

Н.Ф. Плотицына, Т.А. Зимовейскова

*Полярный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии им.Н.М. Кнуповича,
Мурманск, 183038
e-mail: nplotits@pinro.ru*

**ПЕРСИСТЕНТНЫЕ ХЛОРИРОВАННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ
НА СТАНДАРТНОМ РАЗРЕЗЕ «КОЛЬСКИЙ МЕРИДИАН»**

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения донных отложений Баренцева моря на стандартном разрезе «Кольский меридиан», который не окажет существенного влияния на состояние запасов промысловых рыб.

Ключевые слова: Баренцево море, персистентные хлорированные углеводороды, донные отложения, стандартный разрез «Кольский меридиан».

N.F. Plotitsyna, T.A. Zimoveyskova

*Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography,
Murmansk, 183038
e-mail: nplotits@pinro.ru*

**PERSISTENT CHLORINATED HYDROCARBONS IN BOTTOM SEDIMENTS
THE BARENTS SEA ON THE STANDARD SECTION “KOLA MERIDIAN”**

The results confirm the low contamination level of the bottom sediments from the Barents Sea on the standard section “Kola meridian”, which does not have a significant impact on the status of commercial fish stocks.

Key words: Barents Sea, persistent chlorinated hydrocarbons, bottom sediments, standard section “Kola meridian”.

Среди загрязняющих веществ, попадающих в моря и океаны в результате хозяйственной деятельности человека, наибольшее внимание уделяется хлорированным углеводородам. Эти стойкие химические соединения относятся к группе неприродных компонентов окружающей среды (ксенобиотиков) и представляют наибольшую опасность для биосферы. Хлорированные углеводороды включают в себя хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорбифенилы (ПХБ) – соединения, сходные с хлорорганическими пестицидами по своим физико-химическим свойствам. Их многолетнее бесконтрольное использование привело к повсеместному распространению и накоплению как в биотических, так и абиотических компонентах наземных и морских экосистем [1]. В связи с этим с 1979 по 1982 гг. во многих европейских странах, США и Японии был введен запрет на производство ХОП и ПХБ, но тенденция к расширению использования ХОП и ПХБ во многих развивающихся странах определяет условия, при которых проблема глобального распространения этих соединений в окружающей природной среде не теряет актуальности и в настоящее время [2]. Остаточные количества хлорированных углеводородов поступают в Баренцево море главным образом с атлантическими водами и в результате крупномасштабного атмосферного переноса.

Донные отложения (ДО) являются важной составляющей водных экосистем, где аккумулируется большая часть органических и неорганических веществ, в том числе наиболее опасных и токсичных. При определенных условиях, приводящих к изменению гидродинамической обстановки, состава и свойств воды и других факторов, они могут стать источником вторичного загрязнения водных масс. Информация о состоянии водных объектов, анализируемая без учета сведений о загрязненности ДО, может привести к ошибочным выводам [3].

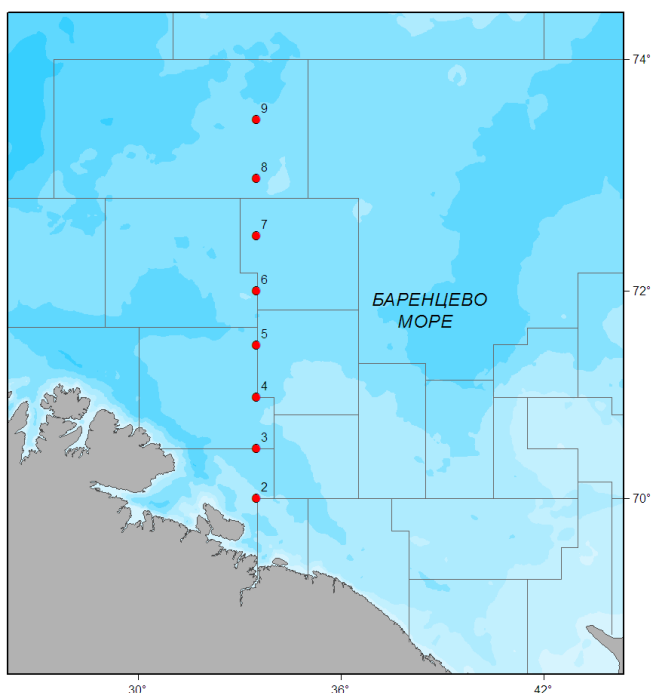


Рис. 1. Схема станций отбора проб донных отложений на стандартном разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море

Выполнены определения хлорорганических соединений (ХОС) в пробах ДО, собранных в феврале 2015 г. на стандартном (вековом) разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море (рис. 1).

Отбор, подготовка и химический анализ проб ДО на 8-ми станциях стандартного разреза «Кольский меридиан» выполнены в соответствии с нормативными документами и методическими руководствами [4–8]. Лаборатория прикладной экологии и токсикологии ФГБНУ «ПИНРО» аккредитована в системе аккредитации аналитических лабораторий на техническую компетентность и независимость (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518450).

ХОП- α -, β -, γ -изомеры гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензол (ГХБ), группа хлордана (*цис*-, *транс*-хлордан, *цис*-, *транс*-нонахлор, оксихлордан), дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ), его метаболиты ДДД и ДДЕ, а также ПХБ (конгенеры с номерами по номенклатуре IUPAC:

28, 31, 52, 99, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180) определялись методом газовой хромато-масс-спектрометрии на хромато-масс-спектрометре GCMS-QP2010 Plus фирмы «Shimadzu» (Япония) с капиллярной кварцевой колонкой HP-5 MS длиной 30 м. Идентификация индивидуальных соединений проводилась в режиме SIM (селективный мониторинг ионов). Количественное определение выполнялось с использованием многоуровневой калибровки тестовыми смесями, приготовленными из сертифицированных кристаллических ХОП и ПХБ фирмы «Sigma-Aldrich» (США). Для автоматической обработки результатов анализа использовалась программа «GCMSsolution 2.5» фирмы «Shimadzu» (Япония).

В России отсутствуют нормативы содержания загрязняющих веществ в морских ДО, поэтому для оценки степени загрязненности ДО было использовано норвежское руководство по классификации качества окружающей среды в фьордах и прибрежных водах [9]. Кроме норвежского руководства использовались также значения содержания ХОС в морских ДО по литературным и собственным данным [1, 2, 10–12]. Конечным этапом распределения хлорированных углеводородов в морской среде являются процессы седиментации, поэтому их содержание в ДО наиболее достоверно отражает общий уровень загрязнения экосистемы.

ГХЦГ представляет собой смесь 8 изомеров, но в Советском Союзе использовалась обогащенная смесь ГХЦГ, которая на 90% состояла из γ -ГХЦГ (линдана). Известно, что линдан (γ -ГХЦГ) разлагается микроорганизмами и под воздействием внешних факторов, в основном солнечной радиации, превращается в α -ГХЦГ, который наиболее стабилен в окружающей среде. Поэтому, несмотря на большую токсичность, γ -ГХЦГ оказывает менее сильное отрицательное воздействие на окружающую среду, чем α - и β -изомеры ГХЦГ, которые обладают канцерогенными свойствами и относятся к экологически опасным соединениям [13].

Суммарное содержание изомеров α -, β -, γ -ГХЦГ в исследованных ДО варьировало в широком диапазоне от 0,66 до 3,05 при среднем значении $1,45 \pm 0,83$ нг/г сухой массы. Наименьшее содержание характерно для илистого песка – 0,66 нг/г сухой массы (ст. 2). В песчаном и глинистом илах (ст. 6, 7, 8, 9) содержание Σ ГХЦГ было выше и варьировало от 1,16 до 3,05 нг/г сухой массы. Эти величины отражают условия накопления загрязняющих веществ в ДО различного генетического типа. Увеличение относительного содержания α -ГХЦГ по сравнению другими изомерами ГХЦГ свидетельствовало о его давнем поступлении в окружающую среду [14]. В ДО на восьми станциях (со 2-ой по 9-ю) стандартного разреза «Кольский меридиан» отношение содержания α -ГХЦГ/ γ -ГХЦГ > 1 подтверждало их давнее загрязнение этим пестицидом.

Суммарное содержание ГХЦГ в ДО на станциях разреза «Кольский меридиан» возрастало по направлению от прибрежной зоны в открытое море, что указывало на поступление этого пестицида в Баренцево море не только с водами Северо-Атлантического течения, но и с атмосферными осадками в результате дальнего атмосферного переноса (рис. 2).

По нашим данным среднее содержание ГХЦГ в ДО открытых районов Баренцева моря составляло 2,75 нг/г сухой массы при интервале колебаний от 0,41 до 9,92 нг/г сухой массы [12]. Следовательно, суммарное содержание изомеров ГХЦГ в донных отложениях на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан» хорошо укладывается в указанный интервал колебаний. В соответствии с классификацией Норвежского Государственного Агентства по охране окружающей среды (SFT), величины содержания изомера γ -ГХЦГ (линдана) в исследованных ДО соответствовали критерию «незначительное загрязнение» (<1,1 нг/г сухой массы) [9].

В ДО на ст. 2–9, представленных илистым песком, песчанистым и глинистым илами, остаточное количество ГХБ изменялось очень незначительно от 0,05 до 0,11 нг/г сухой массы. По норвежской классификации оно было значительно ниже фонового уровня (0,5 нг/г сухой массы) [9]. В ДО на разрезе «Кольский меридиан» содержание отдельных изомеров хлордана было ниже предела обнаружения применяемого метода анализа. В предыдущие годы в ДО открытой части Баренцев моря обнаруживался только изомер *trans*-хлордан. Его содержание изменялось от аналитического нуля до 0,70 нг/г сухой массы, т.е. было очень незначительно. В прошлом соединения группы хлордана широко использовались как средство для борьбы с различными грызунами, в препаратах для протравки семян и зерна [15]. В настоящее время его остаточные количества поступают в Баренцево море преимущественно с водами Северо-Атлантического течения [11, 12].

Суммарное содержание ДДТ и его метаболитов ДДД и ДДЕ в верхнем слое ДО на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан» варьировало от 0,97 до 2,19 при среднем значении $1,39 \pm 0,37$ нг/г сухой массы (рис. 3).

Наименьшее содержание характерно для илистого песка – 0,97 нг/г сухой массы (ст. 2). В песчанистом и глинистом илах (ст. 6,7, 8, 9) содержание Σ ДДТ было выше и варьировало

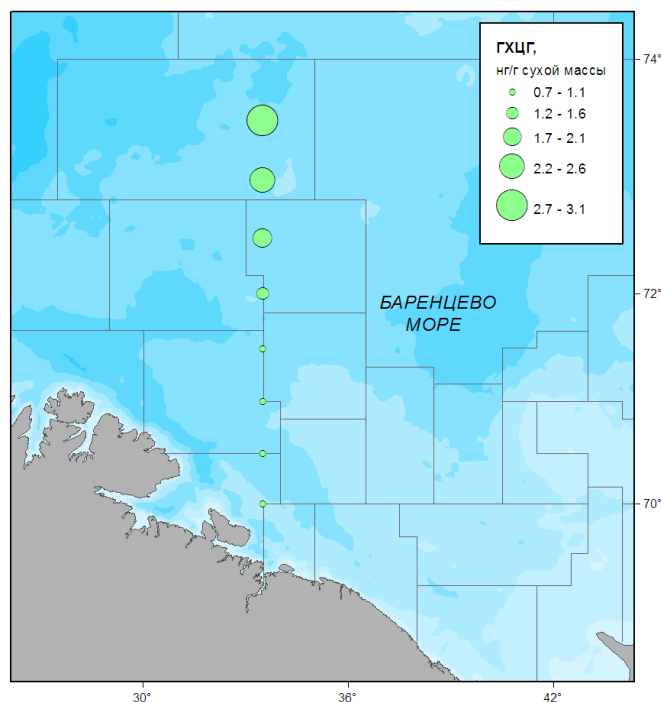


Рис. 2. Суммарное содержание изомеров ГХЦГ в донных отложениях на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан»

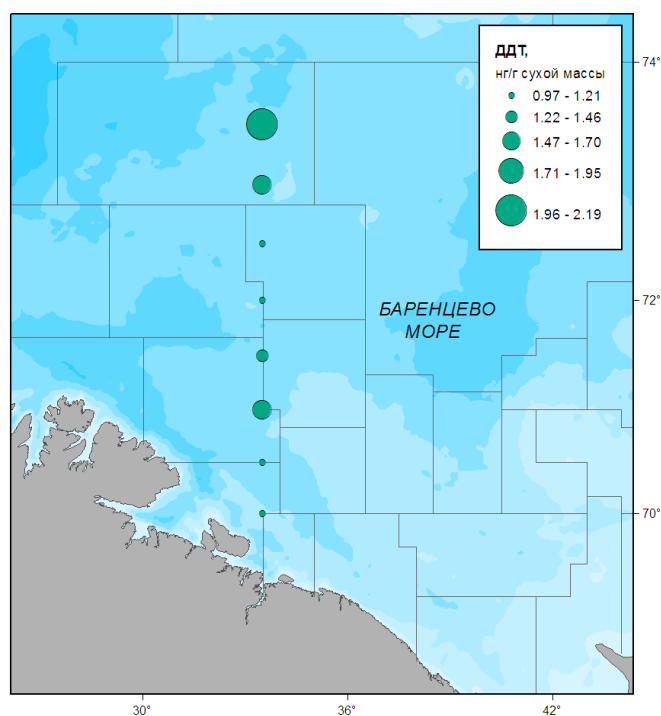


Рис. 3. Суммарное содержание ДДТ в донных отложениях на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан»

от 1,19 до 2,19 нг/г сухой массы. Эти величины отражают условия накопления загрязняющих веществ в ДО различного генетического типа. Согласно литературным данным в биотических и абиотических компонентах морских арктических экосистем величина отношения содержания суммы изомеров ДДТ к сумме изомеров ДДД и ДДЕ меньше 1 ($ДДТ/ДДД+ДДЕ < 1$) указывает на давнее поступление пестицида ДДТ в окружающую среду [16, 17]. Суммарное содержание изомеров ДДЕ и ДДД в ДО превышало содержание изомеров ДДТ ($ДДТ/ДДД+ДДЕ < 1$) [0,45–0,73] практически на всех исследованных станциях стандартного разреза «Кольский меридиан» и свидетельствовало о длительном процессе трансформации пестицида ДДТ в более стойкие метаболиты, т.е. о «старом» загрязнении. По норвежской классификации суммарное содержание 6-ти метаболитов ДДТ в исследованных ДО соответствовало критерию «незначительное загрязнение» [9]. Суммарное содержание ДДТ в ДО на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан» возрастало по направлению от прибрежной зоны в открытое море, что указывало на поступление этого пестицида в Баренцево море не только с водами Северо-Атлантического течения, но и с атмосферными осадками в результате дальнего атмосферного переноса (рис. 3).

В СССР, а в последствии и в России, ПХБ в массовом количестве производили с 1934 до конца 1995 гг. и в основном применяли в качестве диэлектриков в трансформаторах и конденсаторах под названиями «Совол» и «Совтол». Кроме того, наша промышленность выпускала продукт под названием «Трихлордифенил». Он предназначался для арктических широт и состоял на 85% из Совола. По физико-химическим свойствам Совол наиболее близок к Aroclor 1254 [18]. Следовательно, главным источником поступления в окружающую среду таких стойких органических загрязнителей, как ПХБ, являются промышленные выбросы: утечки из трансформаторов, конденсаторов, гидравлических систем и теплообменников. Локальное значение имеет прямой сброс с кораблей гидравлических жидкостей и смазок [19], что наиболее

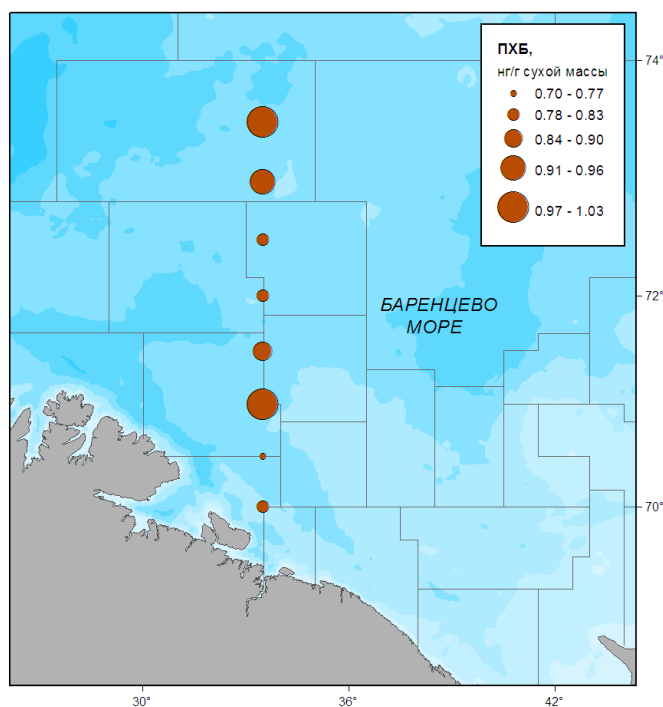


Рис. 4. Суммарное содержание ПХБ в донных отложениях на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан»

актуально для Баренцева моря, где постоянно промышленно рыболовные суда и проводят учения корабли ВМФ. По расчетным данным на ДО приходится около 90% общего содержания ПХБ в морской среде, вследствие чего они наиболее достоверно отражают состояние загрязнения морских экосистем [1]. Суммарное содержание конгенов ПХБ в ДО на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан» варьировало от 0,70 до 1,03 при среднем значении $0,87 \pm 0,10$ нг/г сухой массы (рис. 4). По нашим данным среднее содержание ПХБ в ДО открытых районов Баренцева моря составляло $0,76 \pm 0,26$ нг/г сухой массы при интервале колебаний от 0,33 до 1,24 нг/г сухой массы [12]. Следовательно, суммарное содержание конгенов ПХБ в ДО на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан» хорошо укладывается в указанный интервал колебаний. Из индивидуальных соединений ПХБ в верхнем слое исследованных ДО преобладали тетра-, пента- и гексахлорированные бифенилы, доминирующие в составе промышленных смесей типа Aroclor (российские аналоги Совол и Совтол). Их величины составляли до 80 % суммарного содержания ПХБ. Согласно критериям загрязненности морских ДО, принятым в Норвегии, суммарное содержание семи конгенов ПХБ с номерами 28, 52, 101, 118, 138, 153 и 180 в ДО на станциях стандартного разреза «Кольский меридиан» соответствовало техногенному фоновому уровню (< 5 нг/г сухой массы) [9].

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения ХОП и ПХБ проб ДО на восьми станциях векового разреза «Кольский меридиан», соответствующий содержанию ХОС в пробах ДО из других районов Баренцева моря, который не может оказать существенного влияния на состояние запасов донных промысловых рыб.

Литература

1. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 532 с.
2. Мониторинг фонового загрязнения природных сред / Под ред. Ю.А. Израэля и Ф.Я. Ровинского. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – Вып. 3. – 256 с.
3. РД 52.24.609-99. Методические указания. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях. – СПб.: Гидрометеиздат, 1999. – 18 с.
4. РД 52.10.556-95. Методические указания. Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси. – М.: ГОИН, 1995. – 256 с.
5. Методика выполнения измерений массовой доли полихлорированных бифенилов в почве и донных отложениях методами газовой хроматографии и хромато-масс-спектрометрии (М-МВИ-09-97). – СПб: НПО «Мониторинг», 1997. – 46 с.
6. ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений для анализа на загрязненность. – М.: ИПК «Издательство стандартов», 2002. – 5 с.
7. Методика выполнения измерений массовой доли хлорорганических пестицидов в пробах почв и донных отложений методом хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением (М-МВИ-209-08). – СПб., 2008. – 37 с.
8. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2013. – 36 с.
9. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av aklassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter / T. Bakke, G. Breedveld, T. Kællgvist [et al.] //SFT Veiledning, TA -2229/2007. – 12 s. (In Norwegian).
10. Мониторинг фонового загрязнения природных сред / Под ред. Ю.А. Израэля и Ф.Я. Ровинского. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – Вып. 4. – 384 с.
11. Жилин А.Ю., Плотыцина Н.Ф. Мониторинг загрязняющих веществ в экосистеме Баренцева моря // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25-27 марта 2014 г.). – Ч. 1. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – С. 166–170.
12. Жилин А.Ю., Плотыцина Н.Ф. Мониторинг загрязняющих веществ в воде и донных осадках Баренцева моря // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. (24–26 марта 2015 г.). – Ч. 1. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 60-64.
13. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Коллектив авторов. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 265 с.
14. Benezet H.J., Matsumara F. Isomerisation of g-BCH to a-BCH in the environment // Nature. – 1973. – No. 243. – P. 480–481.
15. Мельников Н.Н. Химия и технология пестицидов. – М.: Изд-во «Химия», 1974. – 767 с.
16. Distribution of persistent organochlorines in the oceanic air and surface sea water and the role of ocean on their global transport and fate / H. Iwata, S. Tanabe, N. Sakai, R. Tatsukawa // Environ Sci. Technol. – 1993. – V. 27. – P. 1080–1098.
17. Chernyak S.M., McConnel L.L., Rice C.B. Fate of some chlorinated hydrocarbons in arctic and far eastern ecosystems in the Russian Federation // Sci. Total Environ. – 1995. – V.160/161. – P. 75–85.
18. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 323 с.
19. Стойкие органические загрязнители: пути решения проблемы / В.В. Худолей, Е.Е. Гусаров, А.В. Клинский, Г.А. Ливанов и др. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. – 363 с.

УДК [502.51:502.174](285.2:571.66)

Л.Н. Саушкина, Р.В. Лонгинова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: liubanil@mail.ru*

О ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА КУЛТУЧНОЕ БИОПРЕПАРАТОМ МИКРОЗИМ «ПОНД ТРИТ»

Предложены меры, направленные на биологическую реабилитацию водоема за счет стимулирования его внутренней способности к самоочищению. В качестве механизма, использующегося для биологической реабилитации, предлагается применить биопрепарат микрозим™ «ПОНД ТРИТ». Разработан график и оптимальные сроки внесения препарата в водоем. Показано, что биопрепарат «ПОНД ТРИТ» успешно используется в других регионах России для очистки закрытых и слабопроточных водоемов любых размеров и различной степени загрязнения. При обработке этим препаратом эффективно нейтрализуются экологические последствия загрязнения и эвтрофикации водоема.

Ключевые слова: озеро Култучное, антропогенная нагрузка, восстановление экологического состояния, биопрепарат микрозим «ПОНД ТРИТ», температурный режим.

L.N. Saushkina, R.V. Longinova

ABOUT THE POSSIBILITY TO RESTORE LAKE KULTUCHNOYE ECOLOGICAL STATE BY MEANS OF BIO-PREPARATION MICROSIM «POND TREAT»

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: liubanil@mail.ru*

The ways to rehabilitate the basin biologically by means of stimulation its inner ability to self-cleaning are described in this article. The bio-preparation microsim 'POND TREAT' is offered to be applied because of its widely and successfully being used for treating ponds and weak running lakes of any size and with different kinds of pollution in many regions of the Russian Federation. There is a schedule with specified periods for the preparation being introduced into the basin. If treated with the bio-preparation ecological consequences from pollution and basin eutrofication are counteracted with great effect.

Key words: Lake Kultuchnoye, anthropogenous stress, restoration of ecological state, bio preparation microsim 'POND TREAT', temperature regime.

Озеро Култучное, находящееся в центральной части города Петропавловска-Камчатского, в течение длительного времени подвергается антропогенному прессингу, что негативно сказывается на состоянии поверхности водоема и его прибрежной зоны. Неудовлетворительное экологическое состояние Култучного озера подтверждают исследования, проведенные в период 2006–2013 гг. сотрудниками КамчатГТУ и КамчатНИРО [1–5].

Плохая экология городских водоемов отрицательно влияет на здоровье населения и может способствовать возникновению неблагоприятной эпидемиологической обстановке, т. к. в загрязненных водоемах начинает развиваться патогенная микрофлора. Кроме этого, внешний вид загрязненного водоема, обилие бытового и промышленного мусора в береговой зоне и на поверхности воды нарушают эстетическую картину города [6].

В настоящее время Култучное озеро нуждается во всестороннем анализе его состояния с учетом изменения озера под влиянием антропогенных нагрузок. Принципы исследований должны сводиться к грамотной разработке различных рекомендаций и проектов, проведению ряда мероприятий по восстановлению экологии водоема [1]. И если сегодня не принять соответ-

ствующие меры по сохранению экосистемы озера Култучное, то возможно, что через 20–25 лет вместо него город будет иметь в самом центре неприглядное дистрофное болото [4].

Существует три основных метода восстановления экологического состояния водоемов: инженерный или механический, биологический и химический. Выбор метода восстановления озерной экосистемы должен быть основан на его экологической эффективности [6]. Попытка очистить озеро Култучное механическим путем была предпринята в 90-е годы прошлого столетия, когда в озеро были совершены санкционированные сбросы сточных вод, что привело к процессам способствующим «цветению» водоема, гниению органики и появлению неприятных запахов.

Проект очистки озера предусматривал выемку слоя антропогенных грунтов и использование их для расширения территории судоремонтного завода [7]. Этот проект вызвал у экспертов множество нареканий. Однако, несмотря на возражения специалистов, работа по нему была начата и после первой пробной закачки токсические вещества, содержащиеся в иловых отложениях, просочились через стенки дамбы и попали в Авачинскую губу, что привело к заилению субстрата, погребению бентоса и практически полному уничтожению sublittoralной растительности [8].

Работа по перекачке грунтов из озера была приостановлена. В самом озере срочно была сооружена временная дамба, отделившая небольшой участок от его основной части, куда временно разместили вынутые грунты. В настоящее время отсеченная часть озера превратилась в болото, поверхность которого зарастает ряской и камышом. Природные родники на дне озера очищались в 1996 г. и больше попыток очистить водоем предпринято не было. Однако озеро продолжает испытывать антропогенную нагрузку и основными источником его загрязнения на данном этапе является поверхностный сток с дорог и прилегающих территорий, особенно интенсивный в весенний период, несанкционированные сбросы через трубы, выведенные в акваторию озера, мусор с близлежащих территорий и вода, попадающая в озеро после мойки автомобилей жителями города.

В настоящее время существует программа реконструкции центральной части города, куда предложено включить мероприятия, направленные на улучшение экологического состояния озера Култучного и прилегающих территорий. К таким мероприятиям относятся: проект по строительству ливневой канализации с целью очистки и сбора талых вод, проект очистки акватории, дна и прибрежной защитной полосы и проект по благоустройству прибрежной территории. Предложенные мероприятия должны уменьшить антропогенную нагрузку на озеро, но не смогут восстановить его.

Для восстановления экологического состояния озера также необходимо: обеспечить соблюдение режима водоохранной зоны; систематически проводить работы по удалению из озера плавающего мусора; проанализировать химический состав воды и иловых отложений для обнаружения основных элементов химического загрязнения; подобрать эффективный и щадящий экосистему реабилитационный метод, способствующий восстановлению биологического баланса в водоеме.

Проанализировав работы, в которых рассматриваются вопросы гидрохимии, гидрологии и гидробиологии Култучного озера, мы предлагаем меры, направленные на биологическую реабилитацию водоема за счет стимулирования его внутренней способности к самоочищению. В качестве механизма, использующегося для биологической реабилитации, предлагаем биопрепарат микрозим «ПОНД ТРИТ», содержащий ферменты и мезофильные спорообразующие микроорганизмы как аэробные, так и факультативно анаэробные. Микроорганизмы, содержащиеся в биопрепарате «ПОНД ТРИТ» строго сапрофитные, основным источником энергии жизнедеятельности для них являются свободные органические вещества, содержащиеся в воде и в донных отложениях. Результаты биологического тестирования, выполненные в ГУ НИИ МТ РАМН, подтвердили принадлежность препарата к 5 классу веществ, т. е. препарат безопасен для человека, животных, растений, рыб, зоопланктона и микрофлоры [9].

Биопрепарат в виде сухого порошка рекомендуется вносить в водоем на расстоянии 0,5–1,0 м от берега в соответствии с приведенным графиком в несколько этапов. При первом использовании берется от 2 до 4 г вещества на каждый квадратный метр поверхности озера при глубине до 2,5 метров в зависимости от степени загрязнения, затем для профилактики необходимо вносить препарат каждые две недели, уменьшая его массу на 40–50% от взятого ранее количества. Внесение всей массы препарата за один раз или сокращение временного промежутка строго

запрещено, так как это может привести к резкому снижению количества растворенного кислорода, и как следствие этого, к гибели гидробионтов, обитающих в водоеме. Учитывая площадь Култучного озера и его глубину, предлагаем следующий график внесения препарата (табл.).

Таблица

График обработки озера Култучное биопрепаратом микрозим «ПОНД ТРИТ»

Период обработки	1-я неделя	3-я неделя	5-я неделя	7-я неделя	9-я неделя
Масса биопрепарата, г	4000	2400	1400	900	500

Активизация жизнедеятельности микроорганизмов, входящих в состав биопрепарата, начинается при достижении температура +5°C, оптимальная температура составляет +15 ...+20°C. Данный температурный режим устанавливается в водоеме к концу июня, поэтому обработку препаратом целесообразно начинать с первой недели июля и закончить в конце августа. В соответствии с графиком, общее количество препарата, необходимое на обработку поверхности озера в течение двух летних месяцев составит 9,2 кг.

Биопрепарат «ПОНД ТРИТ» высокоэффективен для очистки закрытых и слабопроточных водоемов любых размеров и различной степени загрязнения [9, 10]. При биологической очистке этим препаратом эффективно нейтрализуются экологические последствия загрязнения и эвтрофикации водоема, восстанавливается биологическое равновесие, вода и донные отложения очищаются от органических остатков, взвешенных веществ, азота, фосфора, восстанавливается кислородный режим, понижается уровень донных отложений, открываются заиленные родники, многократно интенсифицируется микробиологическое самоочищение воды от вредных микроорганизмов. При соблюдении санитарного режима водоема достигнутое очисткой состояние сохраняется сколь угодно долго.

В 2003–2005 гг. по заданию правительства Москвы биопрепаратом были обработаны пруды и каскады на территории г. Москвы. В заключении ГУП «Мосводосток» было отмечено, что на всех прудах увеличилась прозрачность воды, уменьшилась интенсивность несвойственных воде запахов, улучшился внешний вид водоема. Биотестирование показало отсутствие токсичности воды в прудах. В 2006 г. на территории г. Москвы биопрепаратом «ПОНД ТРИТ» успешно очищено более 100 гектаров водного зеркала закрытых и слабопроточных водоемов [10]. Применение биопрепарата «ПОНД ТРИТ» позволило за один летний сезон привести качество воды в водоемах в соответствие с требованиями СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» по показателям биологического и химического потребления кислорода, взвешенных веществ, минерализации, растворенного кислорода, а так же уменьшить уровень донных иловых отложений без проведения механической очистки и применения химических веществ.

Но, несмотря на положительные отзывы из других регионов, решение о возможности применения данного метода для реабилитации озера Култучное должно быть принято только после проведения экологической экспертизы и положительном заключении органов и учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы Камчатского края.

Литература

1. Кузякина Т.И., Хурина О.В. Участие микроорганизмов в превращениях соединений азота в антропогенном водоеме (оз. Култучное, Камчатка) // Успехи современного естествознания. – 2007. № 9. – С. 94–95.
2. Хурина О.В., Саушкина Л.Н., Кузякина Т.И. Оценка экологического состояния пресноводной гидросистемы в условиях антропогенной нагрузки // Вестник КамчатГТУ. – 2010. № 12. – С. 26–31.
3. Введенская Т.Л., Бонк Т.В., Макаренченко Е.А. Предварительные сведения о составе донных организмов в озере Култучном (Петропавловск-Камчатский) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XI междунар. науч. конф. (24-25 ноября 2010 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2010. – С. 183
4. Саушкина Л.Н., Хурина О.В. Комплексная оценка состояния оз. Култучное по гидрохимическим показателям // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное

и техническое использование: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 201–203.

5. *Введенская Т.Л., Улатов А.В., Бонк Т.В.* Экологическое состояние озера Култучного (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Докл. XII–XIII междунар. конф., 2011–2012 гг. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. – 2013. – С. 72–91.

6. *Ахмедова Г.А., Расулов М.М.* Состояние малых озер в урбанизированных ландшафтах и их защита в условиях антропогенной нагрузки (на примере озер Ак-Гель и Большое Турали) // Юг России: экология и развитие. – 2009. – № 4. – С. 134–138.

7. *Березовская В.А., Клочкова Н.Г.* Авачинская губа – прошлое, настоящее и будущее // Материалы третьих междунар. исторических и Свято-Иннокентьевских чтений. – Петропавловск-Камчатский, 1998. – С. 144–145.

8. *Клочкова Н.Г., Березовская В.А.* Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с.

9. Биологическая очистка водоемов с «ПОНД ТРИТ» // Экологический вестник России. — 2006. № 12. – С. 54–56.

10. Чтобы озера были чистыми [Электронный ресурс]. – URL: http://nashavlast.ru/article_description/117/1466.html.

УДК [502/504:55]:911.6(476)

А.С. Соколов, Т.А. Сивакова

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Гомель, 246019
e-mail: alsokol@tut.by*

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ БЕЛОРУССИИ

В работе рассматривается оценка антропогенной трансформации природной среды административных районов Белоруссии. Проведена классификация районов по интегральному показателю нарушенности, полученному на основе расчётов коэффициентов абсолютной и относительной экологической напряжённости, естественной защищённости, геоэкологического коэффициента. Наибольшими величинами экологической нарушенности характеризуются районы, приуроченные к возвышенностям Белорусской гряды и западной части Полесья, наименьшими – районы в центрально-восточных частях Полесской и Поозёрской низменностей. Предложена схема геоэкологического районирования Белоруссии.

Ключевые слова: трансформация природной среды; экологическая оценка; структура землепользования; геоэкологическое районирование.

A.S. Sokolov, T.A. Sivakova

*F. Skorina Gomel State University,
Gomel, 683003;
e-mail: alsokol@tut.by*

GEOECOLOGICAL ZONING OF BYELORUSSIA

The assessment of environment anthropogenous transformation of Belarus administrative regions is given. Areas have been classified according to the integrated disturbance index calculated from coefficients of absolute and relative ecological stress, natural protection, geoeological coefficient. Areas of Belarusian ridge high ground and the western Polesse show the greatest value of ecological disturbance, areas in central east parts of Polesse and Poozyorye lowlands show the smallest. The scheme of geoeological zoning of Byelorussia is offered.

Key words: environment transformation; ecological assessment; land use structure; geoeological zoning.

Введение

Современное состояние природной среды, характеризующееся возрастанием интенсивности и разнообразия видов антропогенного воздействия на неё, требует разработки и совершенствования методов её комплексной оценки и охраны на всех иерархических уровнях её организации. Белоруссия, представляющая собой длительно осваиваемый регион с развитой промышленностью и сельским хозяйством, испытала многообразные преобразования своей природной среды, обусловившие формирования сложных природно-антропогенных комплексов, характеризующихся различной степенью трансформации природного компонента.

Целью настоящей работы является анализ территориальных особенностей трансформации природной среды Белоруссии и выделение регионов, отличающихся спецификой антропогенных воздействий и экологического состояния. Достижение цели исследования осуществлялось путём выполнения ряда последовательных задач:

– определить экологическое состояние административных районов Белоруссии путём расчёта ряда частных коэффициентов – абсолютной (K_A), относительной (K_O) напряжённости и естественной защищённости (K_{EZ}) Б.И. Кочурова, геоэкологического коэффициента (K_G) И.С. Аитова [1, 2];

– на основе рассчитанных коэффициентов определить интегральный показатель экологического состояния административных районов;

– провести геоэкологическое районирование территории Белоруссии, выделив группы административных районов, отличающихся сходным экологическим состоянием, внутренним единством и своеобразными индивидуальными особенностями трансформации среды.

Методы исследования

В качестве операционных территориальных единиц, которые выступали непосредственным объектом оценки, были выбраны единицы административно-территориального деления – административные районы. Источником информации о структуре землепользования административных районов стал Государственный земельный кадастр [3], содержащий информацию по площади всех категорий земель по административным районам (площади лесов, лугов, сельскохозяйственных земель, пастбищ, пашни, застроенных, под дорогами и коммуникациями, осушаемых и орошаемых и т. д.). По его данным были определены набор видов землепользования территории районов и площади, занятые каждым из этих видов. Полученные данные легли в основу определения численного значения антропогенной преобразованности или экологического состояния районов. Для каждого района были рассчитаны упомянутые коэффициенты.

Для включения рассчитанных показателей в показатель интегральной оценки трансформации природной среды административных районов, они были нормированы, т. е. к каждому из них было применено такое преобразование, в результате которого все они стали измеряться в 10-балльной (безразмерной) шкале. Для этого использовался метод линейного масштабирования. Таким образом, возникает возможность сравнения этих показателей между собой, а также нахождения суммы всех показателей, которая и будет отражать экологическое состояние изучаемых территорий.

Результаты исследования

Расчет интегрального показателя позволил провести классификацию административных районов по уровню нарушенности, определить площадь, занимаемую каждым классом и проживающее в его пределах количество населения. К районам с наиболее низким уровнем нарушенности (значение интегрального балла 0,1–7,4) относятся 7 административных районов, составляющих 7,1% площади страны с населением 1,4%. 34 района площадью 32,2 и населением 15,4% относятся к категории с низким уровнем нарушенности (7,4–11,6 балла).

К районам со средним уровнем нарушенности (11,6–15,7 балла) относятся 28 районов (площадь – 25,1%, население 20,5%), с высоким (15,7–22,7 балла) – 38 районов (площадь – 28,7% население – 54,3%). 11 районов относятся к районам с наиболее высоким уровнем нарушенности природной среды (значение интегрального балла 22,7–33,0). В сумме площадь этих районов составляет 6,6% площадь Белоруссии, а население – 8,4%.

Сопоставление картограммы нарушенности с ландшафтной и физико-географической картами показало, что районы с наиболее высокими значениями показателя сконцентрированы преимущественно в пределах Белорусской возвышенной провинции холмисто-моренно-эрозионных и вторичноморенных ландшафтов. В физико-географическом отношении здесь наиболее нарушенные районы расположены в пределах возвышенных форм рельефа – Минской, Волковысской, Новогрудской, Ошмянской возвышенностей, Копыльской гряды. Заметна достаточно чёткая приуроченность наиболее трансформированных районов востока страны к Восточно-Белорусской провинции вторичноморенных и лёссовых ландшафтов, а именно к той её части, которая также занята возвышенностями – Оршанской, Смоленско-Московской, Горецко-Мстиславской. Третья группа районов с повышенным значением интегрального показателя нарушенности расположена на крайнем юго-западе республики, в западной части Полесской ландшафтной провинции озёрно-аллювиальных, болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов преимущественно в пределах Прибугской равнины и Загородья.

Крупнейшие регионы наименее нарушенных территорий сконцентрированы преимущественно в центральных частях Полесской и Поозёрской низменностей.

На основании анализа карты интегральной оценки трансформации природной среды, а также карт, отражающих распределение отдельных показателей антропогенной нагрузки и особенностей землепользования по административным районам, нами было проведено районирование территории республики по степени преобразованности природной среды.

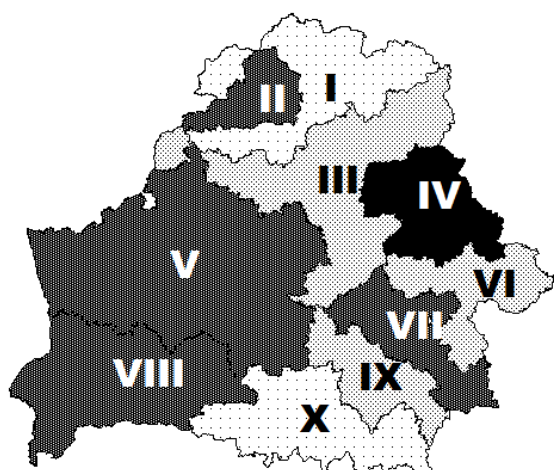
Всего было выделено 10 геоэкологических районов (рис.), которые отличались особенностями структуры землепользования и степенью антропогенной нарушенности территории.

Территории районов имеют различную площадь – от 3,3% до 25,0% территории Беларуси (табл. 1). Наиболее крупные районы – Центрально-Белорусский и Западно-Полесский – приурочены к западной части страны, преимущественно в пределах Брестской, Гродненской и восточной части Минской области, в ландшафтном отношении – к Белорусской возвышенной и западным частям Предполесской и Полесской ландшафтных провинций; в геоморфологическом – к Западно-Белорусской подобласти области Центрально-Белорусских краевых ледниковых возвышенностей и гряд, западной равнинной части области равнин и низин Предполесья и западной части области Белорусского Полесья.

Таблица 1

Соотношение площади и населённости геоэкологических районов

Геоэкологический район	Площадь, %	Население		Городское население		Сельское население		Отношение доли площади к доле населения
		%	чел./км ²	%	чел./км ²	%	чел./км ²	
Витебско-Березинский	13,2	9,7	33,9	9,6	25,4	10,4	8,5	1,36
Восточно-Белорусский	6,9	8,3	55,1	8,7	44,1	7,0	11,0	0,83
Восточно-Полесский	10,1	3,8	17,5	3,0	10,4	6,6	7,1	2,66
Гомельско-Жлобинский	6,4	11,4	82,9	12,3	68,3	8,5	14,6	0,56
Дисненский	3,3	1,2	16,9	0,8	9,0	2,4	7,9	2,75
Западно-Полесский	13,2	11,5	40,3	10,2	27,4	15,6	12,9	1,14
Речицко-Светлогорский	5,4	3,1	26,6	2,8	18,6	3,9	7,9	1,74
Северный	10,6	4,4	19,3	4,0	13,2	6,0	6,1	2,41
Славгородско-Костюковичский	6,0	1,8	13,6	1,3	7,6	3,3	6,0	3,33
Центрально-Белорусский	25,0	44,7	82,2	47,2	66,4	36,3	15,8	0,56
В целом по Белоруссии	100	100	45,7	100	34,9	100	10,8	1



Уровень нарушенности
 ■ Очень сильно нарушенный ▨ Средне нарушенный
 ■ Сильно нарушенный ▩ Слабо нарушенный

Геоэкологическое районирование Белоруссии

Геоэкологические районы: I – Северный; II – Дисненский; III – Витебско-Березинский; IV – Восточно-Белорусский; V – Центрально-Белорусский; VI – Славгородско-Краснопольский; VII – Гомельско-Жлобинский; VIII – Западно-Полесский; IX – Речицко-Светлогорский; X – Восточно-Полесский

Для восточной части страны характерно чередование вытянутых в широтном направлении геоэкологических районов с севера на юг, что обусловлено схожей по характеру сменой в этой части страны единиц физико-географического и геоморфологического районирования.

По степени нарушенности природной среды геоэкологические районы были разделены на 4 группы: районы слабой (2 района), средней (3), сильной (4), очень сильной (1) степени нарушенности.

1. *Северный геоэкологический район* слабой степени нарушенности включает 10 административных районов. Приурочен к северной части Поозёрской ландшафтной провинции за исключением участка на западе. Характеризуется самым низким показателем доли сильно нарушенных земель и одним из самых высоких показателей доли ООПТ (табл. 2). Показатель распаханности составляет лишь 17% (при среднереспубликанском значении 26,8%), доля лесов – 49,5% (по республике 41,5%).

2. *Восточно-Полесский геоэкологический район* слабой степени нарушенности включает 8 административных районов. Приурочен преимущественно к водно-ледниковым и аллювиальным низинам восточной части области Полесской низменности. Доля площади района в общей площади республики примерно соответствует доли городского и сельского населения. Район

имеет самый низкий показатель распаханности и самые высокие показатели доли лесов и особо охраняемых природных территорий, следовательно, минимальным значением K_A и максимальным значением K_G .

Таблица 2

Структура землепользования и экологическое состояние районов

Геоэкологический район	Пашня, %	Луга, %	Леса, %	ООПТ, %	Сильно нарушенные, %	Осушенные, %	K_A	K_O	$K_{ез}$	K_G
Витебско-Березинский	24,2	12,5	48,1	3,4	4,0	13,4	0,84	0,53	0,62	1,6
Восточно-Белорусский	42,2	16,6	26,7	0,0	5,0	11,9	4,38	1,10	0,53	0,9
Восточно-Полесский	12,7	11,5	57,4	22,5	3,2	16,6	0,13	0,36	0,70	1,9
Гомельско-Жлобинский	32,6	16,4	34,9	1,3	5,4	14,3	1,22	0,88	0,55	1,2
Дисненский	29,9	18,9	29,0	5,7	3,3	22,8	0,47	0,69	0,57	1,0
Западно-Полесский	25,3	17,6	38,9	11,9	4,9	24,6	0,37	0,77	0,54	1,3
Речицко-Светлогорский	21,1	15,4	50,8	3,2	4,2	20,1	0,87	0,58	0,58	1,7
Северный	17,0	11,6	49,5	15,1	2,9	12,0	0,18	0,34	0,68	1,7
Славгородско-Костюковичский	23,2	15,2	46,6	0,2	3,2	11,4	0,96	0,52	0,64	1,6
Центрально-Белорусский	35,5	15,2	35,3	4,1	5,1	17,4	0,77	1,04	0,53	1,2
В целом по Белоруссии	26,8	14,6	41,5	7,3	4,3	16,4	0,88	0,72	0,59	1,4

3. *Витебско-Березинский геоэкологический район* средней степени нарушенности включает 14 административных районов. По своему расположению представляет собой буферную зону между двумя наиболее трансформированными районами – Центрально-Белорусским и Восточно-Белорусским, а также между ними и слабо нарушенным Северным районом. Показатель распаханности несколько ниже, а лесистости несколько выше по сравнению со среднереспубликанскими, доля осушенных земель сравнительно низка.

В целом для районов слабой степени нарушенности характерна значительная доля лесов (около 50%), существенно меньшая доля населения по сравнению с долей площади (в среднем в 2,5 раза), значения K_O от 0,34 до 0,36, K_G от 1,7 до 1,9, что соответствует удовлетворительному экологическому состоянию, максимальные значения доли ООПТ.

4. *Славгородско-Костюковичский геоэкологический район* средней степени нарушенности включает 9 административных районов. Расположен между двумя районами с сильной антропогенной преобразованностью – Гомельско-Жлобинским и Восточно-Белорусским. Характеризуется незначительной долей ООПТ, показатель абсолютной напряженности эколого-хозяйственного баланса близок к 1. Доля пашни и лесов аналогичны показателям Витебско-Березинского района. Доля населения существенно ниже, чем доля площади района от площади республики.

5. *Речицко-Светлогорский геоэкологический район* средней степени нарушенности включает 6 административных районов. Представляет собой переходную зону от слабо преобразованного Восточно-Полесского района к сильно преобразованному Гомельско-Жлобинскому. Выделяется высокой долей осушенных земель – более 20%, доля лесов достаточно высока, доля пашни на среднем уровне.

В целом для районов со средней степенью нарушенности характерна вытянутая конфигурация и буферное расположение между сильно нарушенными или сильно и слабо нарушенными районами. Доля пашни составляет 21–24%, лесов – 46–51%. Доля населения несколько ниже, чем доля площади. Значения K_O лежат в диапазоне от 0,52 до 0,58, K_G – от 1,6 до 1,7, что соответствует удовлетворительному экологическому состоянию.

6. *Центрально-Белорусский геоэкологический район* сильной степени нарушенности включает 33 административных района и занимает $\frac{1}{4}$ часть всей территории Беларуси. Доля района по численности населения в 1,8 раза превышает его долю по площади, а по численности сельского населения – в 1,5 раза. По доле пашни от общей площади район находится на втором месте после Восточно-Белорусского, доля лесов на 6,2% меньше среднереспубликанской. Показатель K_O около 1, то есть достигнут предел доли территорий с высшей, очень высокой, высокой антропо-

генной нагрузкой, при которой напряженность эколого-хозяйственного состояния территории ещё остаётся сбалансированной по степени антропогенной нагрузки и потенциалу устойчивости природы.

7. *Гомельско-Жлобинский геоэкологический район* сильной степени нарушенности включает 8 административных районов. Расположен в пределах водно-ледниковых и моренно-водно-ледниковых равнин и низин. Характеризуется высокой долей пашни (3 место среди всех районов), низкой долей ООПТ, высоким значением K_A , превышающим 1. Доля осушенных земель сравнительно невелика.

8. *Дисненский геоэкологический район* сильной степени нарушенности включает 4 административных района на крайнем северо-западе. Со всех сторон окружён слабо нарушенным Северным геоэкологическим районом. Высокая степень нарушенности обусловлена большой долей осушенных земель – свыше 1/5 территории, доля лесов и пашни примерно одинакова – около 30%. Доля района в численности населения Беларуси несколько ниже, чем в площади.

9. *Западно-Полесский геоэкологический район* сильной степени нарушенности включает 14 административных районов. По природно-антропогенным особенностям схож с предыдущим: также приурочен к одной ландшафтной провинции со слабо нарушенным Восточно-Полесским районом и выделяется наиболее высокой степенью осушенности территории, что и определило значения коэффициентов, отражающих уровень нарушенности, которые близки к значениям для других районов с высоким уровнем трансформации природной среды. В то же время, доля ООПТ достаточно велика, доля лесов примерно соответствует общереспубликанской, доля пашни самая низкая из всех районов данной группы, а доля по численности населения ниже, чем по площади.

10. *Восточно-Белорусский геоэкологический район* очень сильной степени нарушенности включает 11 административных районов. Характеризуется наиболее сильной степенью трансформации природной среды. Особо охраняемые территории республиканского значения отсутствуют, коэффициенты K_A и K_0 здесь приобретают самое высокое значение, а $K_{эз}$ и K_r – самое низкое. Также для района характерна самая высокая доля распаханых земель (в 1,6 раза выше, чем по республике) и самая низкая доля лесов (в 1,6 раза ниже). Район приурочен к возвышенностям Восточно-Белорусской ландшафтной провинции вторичноморенных и лёссовых ландшафтов с наиболее благоприятными для сельскохозяйственного освоения территориями. Доля района в численности населения немного выше, чем в площади.

Литература

1. *Кочуров Б. И.* Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. – Смоленск: Изд-во СГУ, 1999. – 154 с.
2. *Аитов И.С.* Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартковского региона): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Барнаул, 2006. – 18 с.
3. Государственный земельный кадастр Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2013 года) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gki.gov.by/upload/new%20structure/press%20service/GZK_2012.doc. – (Дата обращения: 28.01.2016).

УДК [551.464.791.7:504.5](262.81-17)

В.В. Соколова

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань
e-mail: class_i@mail.ru*

ОЦЕНКА АССИМИЛЯЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА МОРСКОЙ ВОДЫ ПО ВЕЛИЧИНЕ БИОДЕГРАДАЦИИ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

В данной работе представлена оценка ассимиляционного потенциала морской воды северной части Каспийского моря, рассчитанная по величине бактериальной биodeградации нефтяных углеводородов. В результате проведенного исследования установлено, что в 1 м³ морской воды может разрушаться в среднем от 0,05 до 0,09 г углеводородов в сутки.

Ключевые слова: ассимиляционный потенциал, биodeградация, нефтяные углеводороды, Северный Каспий.

V.V. Sokolova

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan
e-mail: class_i@mail.ru*

ASSESTMENT OF SEA WATER CARRYING CAPACITY IN SIZE OF OIL HYDROCARBON BIODEGRADATION

The assessment of sea water carrying capacity of the northern Caspian Sea calculated in size of bacterial biodegradation of oil hydrocarbons is presented. As a result of the research it has been established that on average from 0,05 to 0,09 g hydrocarbons can be destroyed in 1 m³ of sea water per day.

Key words: carrying capacity, biodegradation, oil hydrocarbons, Northern Caspian.

Введение

Ассимиляционный потенциал экосистемы моря – это лимитированная способность нейтрализовать и обезвреживать в определенных пределах вредные выбросы, поступающие в морскую среду в результате хозяйственной деятельности [1]. Эта способность лежит в основе процесса самоочищения, который при современном антропогенном воздействии на морскую среду имеет важное значение. Нефть и нефтепродукты являются одним из крупномасштабных загрязнителей гидросферы, ежегодное попадание которых в окружающую среду оценивается в десятки миллионов тонн. Однако нефтяные углеводороды являются неотъемлемым природным компонентом морской среды и в процессе эволюции выработался довольно эффективный механизм их деструкции [2]. К настоящему времени отсутствуют достоверные данные, отражающие, в каких масштабах происходит микробное разрушение нефти в морской среде в северной части Каспийского моря. Ранее А.М. Бутаевым [3] установлено, что уровень скорости минерализации нефтяных углеводородов приповерхностного слоя территориальных вод Дагестана составляет около 35 мкг/л в сутки в летний период и около 10 мкг/л в сутки в зимний период [3]. Однако данных об ассимиляционном потенциале, рассчитанном по величине микробной деградации нефтяных углеводородов в различных зонах Северного Каспия, нами обнаружено не было.

Материалы и методы исследования

Для определения ассимиляционного потенциала воды Северного Каспия использовали: величину бактериальной деградации нефтепродуктов («поток самоочищения»), которую рассчи-

тывали по численности углеводородоксиляющих микроорганизмов морской воды, и потенциальную окислительную способность воды, которую определяли по изменению концентрации растворенного кислорода в морской воде при внесении в нее нефти.

С.Е. Zo Bell [4] было рассчитано, что в среднем одна бактериальная клетка способна окислить $3,76 \cdot 10^{-8}$ (мг*кл⁻¹*сут) углеводорода в сутки [5]. По данным численности углеводородоксиляющих клеток (N, кл/мл) и величине рассчитанной С.Е. ZoBell на одну клетку рассчитывали величину бактериальной биодеградации углеводородов (Б, г ув/м³ в сутки).

Оценку ассимиляционного потенциала воды (величину бактериальной биодеградации нефтяных углеводородов или «потоки самоочищения») определяли по формуле:

$$B = N * K,$$

где Б – величина бактериальной биодеградации нефтяных углеводородов (мг ув * г-1 * сут или гУВ/м³ * сут),

N – численность нефтеоксиляющих бактерий (кл. * г-1),

K – количество углеводородов, окисленных одной бактериальной клеткой, рассчитанное Зо Беллом ($3,76 * 10^{-8}$ мг * кл⁻¹ * сут) [5].

При определении численности клеток использовали метод предельных разведений, а не прямого счета, в связи, с чем показатели отражают численность физиологически активных микроорганизмов, которые потенциально способны к активному окислению нефти и нефтепродуктов.

Результаты и обсуждение

Максимальные значения бактериальной биодеградации нефтяных углеводородов наблюдаются в летний период в мелководной зоне в поверхностном горизонте и составляет 0,091 г ув/м³ в сутки, в придонном – 0,092 г ув/м³ в сутки, что возможно связано с интенсивным перемешиванием водных масс. Также отмечено, что высокий показатель биодеградации нефти характерен для поверхностного горизонта свала глубин, который составляет 0,085 г ув/м³ в сутки. Для придонного горизонта свала глубин и всех исследуемых горизонтов приглубой зоны величина бактериальной деградации нефти ниже, чем на мелководье и составляет 0,077, 0,079 и 0,071 г ув/м³ в сутки, соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Бактериальная деградация нефтепродуктов (Б, г ув/м³ в сутки) в воде Северного Каспия по сезонам и зонам исследования

Исследуемая зона Северного Каспия	Поверхностный горизонт		Придонный горизонт	
	N * 10 ² (кл/г)	Б (г ув/м ³ в сутки)	N * 10 ² (кл/г)	Б (г ув/м ³ в сутки)
Лето				
Мелководная зона	24,1 ± 1,2	0,091	24,5 ± 0,6	0,092
Свал глубин	22,7 ± 0,4	0,085	20,4 ± 1,4	0,077
Приглубая зона	21,1 ± 1,6	0,079	19,0 ± 0,8	0,071
Осень				
Мелководная зона	18,0 ± 0,6	0,068	16,8 ± 0,5	0,063
Свал глубин	17,5 ± 0,9	0,067	12,5 ± 0,1	0,047
Приглубая зона	16,5 ± 0,8	0,062	14,2 ± 0,3	0,053
Зима				
Мелководная зона	19,7 ± 0,9	0,074	16,7 ± 0,9	0,062
Свал глубин	18,2 ± 1,7	0,068	14,6 ± 0,7	0,054
Приглубая зона	15,5 ± 0,5	0,058	13,5 ± 0,7	0,051

Осенью отмечается снижение величины биодеградации во всех исследуемых зонах. Так значения данного показателя для мелководной зоны практически сопоставимо как в поверхностном, так и в придонном горизонтах и составляет 0,068 и 0,063 г ув/м³ в сутки, соответственно. На свале глубин и в приглубой зоне отмечается различия между величинами бактериальной деградации нефтепродуктов в поверхностном и придонном горизонтах. В приглубой зоне в поверхностном горизонте величина биодеградации составляет 0,062 г ув/м³ в сутки, в придонном горизонте – 0,053 г ув/м³ в сутки. Для свала глубин отмечено резкое снижение величины биодеградации

нефтепродуктов в придонном горизонте по сравнению с поверхностным. Так, в поверхностном горизонте величина потоков самоочищения составляет $0,067 \text{ г ув/м}^3$ в сутки, что близко по значению с величиной мелководной зоны, а в придонном горизонте свала глубин величина потоков биодegradации снижается до $0,047 \text{ г ув/м}^3$ в сутки, что является самым низким показателем величины потоков самоочищения за весь наблюдаемый период.

В зимний период величина биодegradации углеводов превышает осенние показатели всех остальных зон. На мелководье в поверхностном горизонте значения потоков самоочищения соответствуют $0,074 \text{ г ув/м}^3$ в сутки, а в придонном данный показатель снижается до $0,062 \text{ г ув/м}^3$ в сутки. На свале глубин также отмечено, что в поверхностном горизонте величина биодegradации выше, чем в придонном – $0,068$ и $0,054 \text{ г ув/м}^3$ в сутки, соответственно. Для приглубой зоны отмечено, что величина потоков самоочищения практически равная и составляет $0,058$ и $0,051 \text{ г ув/м}^3$ в сутки.

Таким образом, в мелководной зоне отмечено, что снижение температуры воды приводит к уменьшению величины бактериальной дegradации углеводов с $0,091$ до $0,068 \text{ г ув/м}^3$ в сутки, однако дальнейшее снижение температуры воды в зимний период не приводит к дальнейшему снижению величины биодegradации, наоборот, наблюдается небольшое повышение показателя до $0,074 \text{ г ув/м}^3$ в сутки.

Для свала глубин и приглубой зоны в осенний период также характерно снижение исследуемых показателей по сравнению с летними данными. Однако при дальнейшем снижении температуры воды в зимний период снижения величины бактериальной дegradации не наблюдается, показатели остаются на прежнем уровне. Такое распределение показателей биодegradации нефтепродуктов может быть объяснено наличием в морской воде психроактивной и психрофильной микрофлоры, для которой низкие температуры являются оптимальными для процессов окисления углеводов.

Следовательно, активнее всего процессы самоочищения исследуемого участка Северного Каспия от углеводов протекают в мелководной зоне в летний период при температуре $30,3\text{--}25,4^\circ\text{C}$ по всей водной толще. При снижении температуры воды в осенний период ($11,4\text{--}17,4^\circ\text{C}$) интенсивность процессов снижается с $0,091\text{--}0,079$ до $0,068\text{--}0,062 \text{ г ув/м}^3$ в сутки, а в зимний период при температуре воды $9,8\text{--}13,9^\circ\text{C}$ несколько возрастает до $0,074 \text{ г ув/м}^3$ в сутки. Однако отмечено, что интенсивность процессов бактериальной дegradации нефтепродуктов не снижается при дальнейшем понижении температуры в зимний период.

Бактериальная деструкция, рассчитанная по данным о численности микроорганизмов, снижается от лета к осени, а затем возрастает (либо остается на том же уровне) зимой. Кроме того, она также снижается о поверхности ко дну и в направлении от берега в море.

Таким образом, можно предположить, что в исследуемой акватории Каспийского моря 1 м^3 морской воды может деструктироваться в среднем от $0,05$ до $0,09 \text{ г углеводов}$ в сутки. Для экстраполяции этого значения на весь Северный Каспий умножим эти цифры на его среднюю глубину, равную 5 метрам. В результате получим, что скорость микробной дegradации нефтяных углеводов на Северном Каспии в среднем равна $0,25\text{--}0,45 \text{ г ув/м}^2$ в сутки при определенных условиях, таких как уровень загрязнения, активность микроценоза, температура.

Литература

1. Гусев А.А. Соотношение рентных доходов и платежей в сфере использования биологических ресурсов и биоразнообразия / А.А. Гусев // Экономика природопользования: обзор информации. – 2002. – № 5. – С. 9–21.
2. Миронов О.Г. Бактериальная трансформация нефтяных углеводов в прибрежной зоне моря / О.Г. Миронов // Морской экологический журнал. – 2002. – № 1. – Т. I. – С. 56–66.
3. Бутаев А.М., Кабыш Н.Ф. О роли нефтеокисляющих микроорганизмов в процессах самоочищения прибрежных вод Дагестанского побережья Каспийского моря от нефтяного загрязнения / А.М. Бутаев, Н.Ф. Кабыш // Вестник Дагестанского научного центра РАН. – 2002. – № 11. – С. 56–69.
4. Zo Bell C.E. Microbial degradation of oil: present status, problems and perspectives / C.E. Zo Bell // Microbial Degradation of Oil Pollutants. Center for Wetland Resources. Louisiana State University. – 1973. – № 3 – P. 153–162.
5. Рубцова С.И. Оценка бактериального самоочищения вод от нефтяных углеводов в прибойной зоне акватории Севастополя (Черное море) / С.И. Рубцова // Экология моря. – 2003. – Вып. 64. – С. 95–98.

УДК 574.587(210.5)(268.46.04)

А.П. Столяров

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
биологический факультет,
Москва, 119234
e-mail: macrobenthos@mail.ru*

ПРОДУКЦИЯ И ПОТОКИ ЭНЕРГИИ В ЭКОСИСТЕМЕ ПЕСЧАНО-ИЛИСТОЙ ЛИТОРАЛИ ГУБЫ ГРЯЗНОЙ (КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ, БЕЛОЕ МОРЕ)

Изучены и проанализированы продукционные показатели сообщества мейо- и макробентоса песчано-илистой литорали губы Грязной (Кандалакшский залив, Белое море), а также потоки энергии, возникающие между различными горизонтами литорали (за счет поступления избыточной энергии от энергетически богатых районов с высокой первичной продукцией к энергетически бедным). Рассматриваемое сообщество песчано-илистой литорали имеет выраженную поясную структуру. Разные участки литорали различаются не только структурой формирующихся сообществ, но и общей продуктивностью. Наибольшая первичная продукция свойственна зонам с преобладанием макрофитов: соленому маршу и поясу zostеры нижней литорали, наименьшая – зонам с доминированием беспозвоночных: литоральному песчаному пляжу (средняя литораль с примыкающими к ней частично верхней и нижней литоралью). Основной поток энергии в экосистеме песчано-илистой литорали направлен от соленого марша и пояса zostеры в сторону песчаной литорали, тогда как информационный поток (организмов, биогенов и др.), наоборот, от песчаной литорали – к соленому маршу и поясу zostеры.

Ключевые слова: мейо- и макробентос, продукция, потоки энергии, литораль, Белое море.

A.P. Stolyarov

*Moscow State University M. V. Lomonosov, Biological Faculty,
Moscow, 119234
e-mail: macrobenthos@mail.ru*

PRODUCTION AND ENERGY FLOWS IN ECOSYSTEM OF SANDY-MUDDY LITTORAL OF GUBA GRYAZNAYA (KANDALAKSHA BAY, WHITE SEA)

Productional characteristics of meio - and macrobenthos community of Guba Gryaznaya (Kandalaksha Bay, White sea) sandy-silty littoral and energy flows occurring among different littoral horizons of the intertidal zone (due to the receipt of excess energy from the energy rich regions with high primary production to energy poor) have been researched and analyzed. The community of sandy-silty littoral has a pronounced waist (vertical) structure. The different areas of the littoral differ not only in the structure of the forming community, but also in the general productivity. The highest primary production is characteristic of areas with macrophyte predominance: salt marsh and Zostera belt of the lower littoral, the lowest – zone with invertebrate dominance: the intertidal sandy beach (the middle littoral with adjoining partly the upper and lower littoral). The main energy flow in the ecosystem of the sandy-silty intertidal zone is directed from the salt marsh and Zostera belt in the direction of sandy littoral, whereas the flow of information (organisms, nutrients, etc.), on the contrary, from the sandy littoral zone – to the salt marshes and Zostera belt.

Key words: meio- and macrobenthos, production, energy flows, littoral, White sea.

Осушная зона Белого моря или литораль подвержена постоянному воздействию ветровых и приливно-отливных волн. Это уникальная зона на границе раздела твердой, воздушной, морской и пресной сред. Сила приливов и соотношение длительности периодов погружения и обнажения дна в различных горизонтах литорали определяют основной (вертикальный) градиент абиотических условий (время осушения, соленость, характер грунта, количество в нем органического ве-

щества, рН и Eh среды, наличие макрофитов и солончаковых растений), влияющих на структуру формирующихся здесь сообществ бентосных организмов [2– 5, 7, 11, 12]. Существование градиента факторов среды относительно мареографического уровня (вертикальный градиент) способствует формированию направленного изменения видовой структуры сообщества гетеротрофных организмов и продуцентов (макрофиты), от развития которых зависят энергообеспеченность и самостоятельность экосистемы. На литорали с развитым соленым маршем морские травы и водоросли являются основным источником органического вещества, причем большая часть образуемой ими продукции используется (после отмирания и образования детрита) детритофагами (макро- и мейобентосные организмы) [8, 14]. Существенную, но меньшую роль в образовании первичной продукции играет микрофитобентос (до 17–20% от общей первичной продукции [5, 13, 15], который утилизируется простейшими, инфузориями и мелкими животными (микро- и мейобентосом) в живом виде. Таким образом, пищевой поток на песчаной литорали в основном идет по детритной цепи – от мертвого органического вещества (в основном макрофиты) к микроорганизмам (и образованием детрита), а затем к детритофагам и хищникам [4, 5, 10].

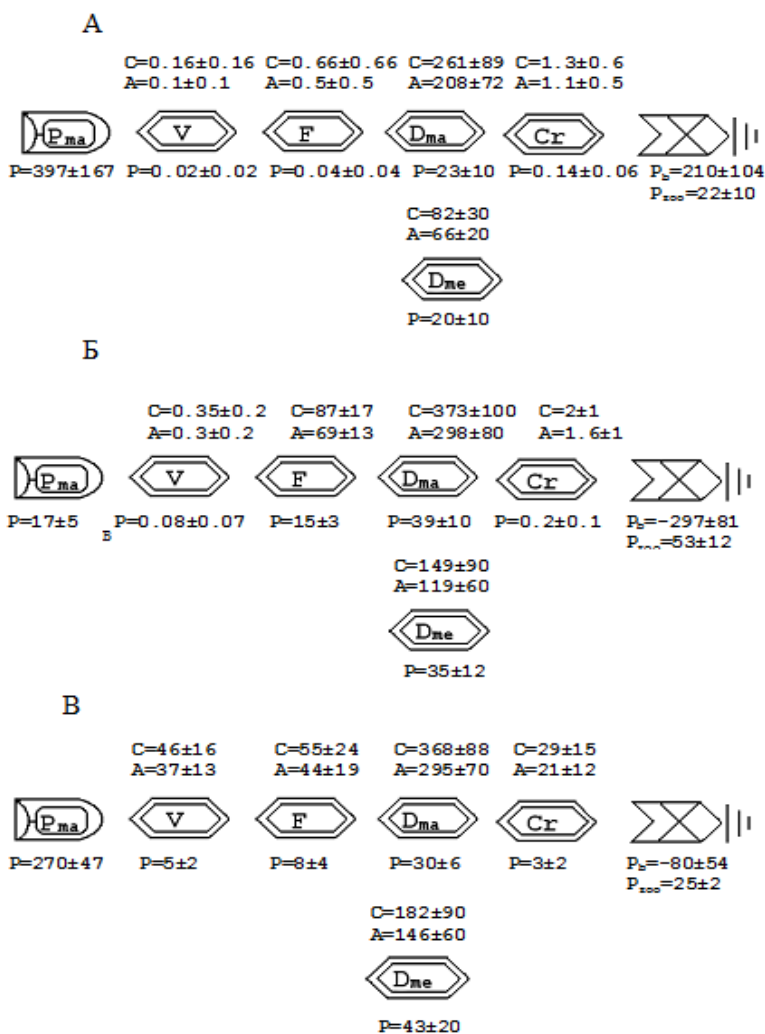
В задачу настоящего исследования входило рассмотрение структуры сообществ макро- и мейобентоса, а также основных потоков биоэнергии, возникающих между разными горизонтами песчано-илистой литорали Белого моря.

Исследования проводили в 1998, 1999, 2012 гг. Подробная характеристика района исследования дана в предшествующих работах [4–6]. Отметим только, что губа Грязная расположена в 300 м севернее основного фарватера эстуария реки Черной и занимает площадь около 11 га. Осушная полоса исследуемого участка в силу его пологости занимает значительную часть берега (до 500 м) и защищена от сильного ветра и течений. Это типичная беломорская илисто-песчаная литораль. Повышение содержания органического вещества в осадке от соленого марша к сублиторали отражает процесс постепенного заиления осадка в сторону моря и повышение в нем доли алевропелитов и пелитов. Общая соленость свободной воды сильно варьирует в зависимости от речного стока, снеготаяния, приливно-отливных и ветровых течений. Наиболее сильные колебания солености, а также длительность периодов распреснения отмечены в соленом марше и верхней литорали, наименьшие – в нижней. Минимальная соленость отмечена ранней весной во время снеготаяния (2‰) и поздней осенью во время сильных дождей (5–10‰). Среднелетние значения солености уменьшаются от нижней (20 ‰) литорали к верхней (15‰), проходя важный рубеж 16‰ на границе средней и верхней литорали.

Рассматриваемое сообщество илисто-песчаной литорали имеет выраженную поясную структуру. Показатели суммарной плотности и биомассы мейо- и макробентоса достигают максимальных значений в средней литорали (благодаря высокой биомассе *Mya arenaria*, *Macoma balthica* и *Arenicola marina*) и нижней (высокие плотности *Hydrobia ulvae*, *Chironomus salinarius* и *Tubificoides benedeni*), а самые низкие – в соленом марше и верхней литорали. Напротив, наибольшая биомасса и разнообразие растений отмечена в соленом марше (доминанты марша – *Juncus atrofusus*, *Aster tripolium*, и *Puccinellia phryganodes*) и поясе zostеры (около нуля глубин) (*Zostera marina* с примесью *Cladofora fracta* и *Fucus vesiculosus*). Таким образом, основные продуценты и консументы разведены в пространстве по поясам прибрежной зоны.

Разные участки литорали существенно различаются не только структурой формирующихся здесь сообществ, но и общей продуктивностью. Наибольшая первичная продукция свойственна зонам с преобладанием макрофитов: соленому маршу ($P_{\text{ма}} = 397 \pm 167$ ккал/м² в год) и поясу zostеры (270 ± 47 ккал/м² в год), наименьшая – зонам с доминированием беспозвоночных: литоральному песчаному пляжу (17 ± 5 ккал/м² в год) (средняя литораль с примыкающими к ней частично верхней и нижней литоралью) (рис.).

Продукция же макрозообентосных организмов была значительно выше в средней литорали (53 ± 12 ккал/м² в год) и ниже в соленом марше (22 ± 10 ккал/м² в год) и нижней литорали (25 ± 2), а продукция мейобентосных животных увеличивалась от верхней литорали (20 ± 10) в сторону средней (35 ± 12 ккал/м² в год) и нижней (43 ± 20). При этом баланс энергии в соленом марше был положительным, а в средней и нижней литорали отрицательным, т. е. в средней и нижней литорали траты на дыхание гетеротрофных организмов превосходили первичную продукцию растений.



Потоки биоэнергии в разных горизонтах литорали. А – соленый марш, Б – песчаный пляж, В – пояс зостеры. P_{ma} – макрофиты, V – фитофаги, F – фильтраторы, D_{ma} – макродетритофаги, Cr – хищники, D_{me} – мейодетритофаги, P – продукция, A – ассимиляция, C – потребление, P_{zoo} – общая продукция макрозообентоса, определяемая как сумма продукции всего зообентоса минус ассимиляция хищников, P_b – продукция бентосного биоценоза равная разности между первичной продукцией растений (в нашем случае макрофитов) и общим дыханием гетеротрофных организмов (P-R) без учета мейобентоса

Еще одним важным показателем функционирования экосистемы (мерой экологического оборота энергии) служит интенсивность метаболизма (R/B) или степень энтропии [1, 16]. Показатель R/B представляет отношение затрат энергии на поддержание жизнедеятельности (дыхание) к энергии, заключенной в самой структуре (биомасса), т. е. меру термодинамической упорядоченности, соответствующей правилу: чем больше биомасса, тем больше затраты на ее поддержание [1].

Наиболее интенсивным метаболизмом отличаются сообщества соленого марша (R/B = 8,9 у макрозообентоса и 52 у мейобентоса) и нижней литорали (R/B = 8,5–7,6 у макрозообентоса и 58–59 у мейобентоса), являющиеся менее информативными по сравнению с рядом расположенной песчаной литоралью, но более продуктивными структурами прибрежной экосистемы. Постоянный отток энергии (избыточной продукции) к реципиентным структурам поддерживает относительно простое сообщество макрофитов (с одним или немногими (2–3) доминантами), создающими высокую первичную продукцию. Обратная зависимость между количеством информации и свободной энергии – одна из характерных черт сложно дифференцированных экосистем [6, 10].

Наименьшая интенсивность метаболизма и энтропия свойственна сообществу песчаного пляжа среднего горизонта литорали (R/B = 4,9–6,0 у макрозообентоса и 58–62 у мейобентоса), зависящего от притока энергии извне и характеризующегося наиболее информативной структурой.

Отношение первичной продукции макрофитов к дыханию гетеротрофных организмов (P/R) указывает на меру энергетической самообеспеченности системы и может служить хорошим показателем ее зависимости от поступления энергии извне. Расчеты показывают, что первичная продукция макрофитов соленого марша в 2,1 раза превышает дыхание (R) гетеротрофных организмов (показатель P/R = 1.7 с учетом мейобентоса), тогда как в поясе зостеры она покрывает около 77% общих затрат на дыхание макрозообентоса (с учетом мейобентоса – 60%) (P/R = 0,77, с учетом мейобентоса 0,60), а на песчаном пляже – только 5.4% затрат на дыхание (с учетом мейобентоса всего 4,3%). В последних случаях (особенно это касается песчаной литорали) полная компенсация энергии даже с учетом первичной продукции микрофитобентоса (45–100 ккал/ м² в год) на средней литорали [4] возможна только за счет притока энергии из соседних подсистем, которые могут рассматриваться по отношению к ним как донорские структуры, поставляющие избыток нереализованной внутри продукции. К таким системам относятся, в первую очередь, обширный соленый марш и рядом расположенная энергетически богатая экосистема эстуария р. Черной.

Надо отметить, что уровень энтропии макрозообентоса в среднем на порядок меньше, чем мейобентоса и имеет немного большие значения там, где он минимален у макрозообентоса. Более же высокие показатели интенсивности метаболизма у макрозообентоса, свойственные соленому маршу и поясу zostеры, объясняются увеличением плотности мелких форм (гидробии, олигохет и хирономид) в этих биотопах.

В прибрежной экосистеме песчано-илистой литорали основной поток энергии направлен от соленого марша и пояса zostеры в сторону песчаной литорали, тогда как информационный поток (организмов, биогенов и др.), наоборот, от песчаной литорали – к соленому маршу и поясу zostеры. Низкая гидродинамическая активность водных масс способствует образованию аккумулятивных форм рельефа (преобладанию мелкодисперсных фракций грунта) и поступлению детрита и органического вещества со значительной акватории Губы Грязной. Это создает условия, при которых основной поток энергии идет через детритную пищевую цепь (через его образование и последующее потребление детритофагами и хищниками).

Литература

1. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. – СПб.: Наука, 2000. – 147 с.
2. Бергер В.Я. Продукционный потенциал Белого моря // Исследования фауны морей. Т. 60 (68). – СПб.: Изд-во ЗИН РАН, 2007. – Т. 60 (68). – 292 с.
3. Блинова Е.И., Возжинская В.Б. Основы биологической продуктивности океана и ее использование. – М.: Наука, 1971. – С.137.
4. Бурковский И.В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 208 с.
5. Бурковский И.В. Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем. – М.: Изд-во Тов-во науч. изданий КМК, 2006. – 285 с.
6. Бурковский И.В., Столяров А.П., Колобов М.Ю. Пространственная организация и функционирование морской (эстуарной) прибрежной экосистемы // Успехи соврем. биол. – 2002. – Т. 122, № 4. – С. 316–325.
7. Кусакин О.Г. Литоральные сообщества // Биология океана. – М.: Наука, 1977. – Т. 2. – С. 111–133.
8. Голиков А. Н., Сиренко Б.И., Гальцова В.В., Голиков А.А., Новиков О.К., Петряшев В.В., Потин В.В., Федяков В.В., Владимиров М.В. Экосистемы юго-восточной части Кандалакшского залива Белого моря в районе Сонострова // Исслед. фауны морей. – Л.: Изд-во ЗИН АН СССР. 1988. – Т.40 (48). – С.4–54.
9. Столяров А.П. Структурно-функциональная организация эстуарных экосистем Белого моря: прототипическая модель // Успехи соврем. биол. – 2012. – Т. 132, № 4. – С. 354–369.
10. Удалов А.А., Бурковский И.В. Роль мезобентоса в размерной структуре литоральной экосистемы // Океанология. – 2002. – Т. 42, № 4. – С. 527–536.
11. Junoy J., Vietez J.M. Macrozoobenthic community structure in the Ria de Foz, an intertidal estuary (Galicia, Northwest Spain) // Marine Biology – 1990. – Vol.107. – P. 329–339.
12. Montagna P.A., Palmer T.A., Pollack J.B. Hydrological Changes and Estuarine Dynamics. Springer Briefs in Environmental Science. – 2013. – Vol. 8. – 94 p.
13. Sabbe K. Short-term fluctuations in benthic diatom numbers on an intertidal sandflat in the Westerschelde estuary (Zeeland, the Netherlands) // Hydrobiologia. – 1993. – Vol. 269/270. – P. 275–284.
14. Small L.F., McIntire C.D., MacDonald K.B., Lara-Lara J.R., Frey B.E., Amspoker M.C., Winifield T. Primary production, plant and detrital biomass and particle transport in the Columbia river estuary // Progress in oceanography. – 1990. – Vol. 25. – P. 175.
15. Sullivan M., Moncreiff C. Edaphic algae are an important component of salt marsh food-webs: evidence from multiple stable isotope analysis // Marine ecology progress series. – 1990. – Vol. 32. – P. 149–159.
16. Schrodinger E. What is life? The physical aspects of the living cell. – Cambridge University Press, Cambridge, England, 1944 – 91 pp.

УДК 502.6(571.66-25)

Н.А. Ступникова, Т.В. Салихова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: NASTupnikova@mail.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В Г. ПЕТРОПАВЛОВСКЕ-КАМЧАТСКОМ

Рассматривается уровень загрязнения снежного покрова в г. Петропавловске-Камчатском по таким показателям, как: реакция среды, аммонийный азот, нитрат-, хлорид-, гидрокарбонат-, сульфат-ионы, за период с 2003 по 2013 гг. Установлено, что содержание всех определяемых загрязняющих веществ в пробах снега характеризуется большой межгодовой изменчивостью и не превышает предельно допустимых концентраций, что позволяет оценить экологическое состояние снежного покрова в краевом центре как незагрязненное.

Ключевые слова: снежный покров, загрязняющие вещества, источники загрязнения, реакция среды, сульфат-ионы, нитрат-ионы, ионы аммония, хлорид-ионы, гидрокарбонаты.

N. A. Stupnikova, T.V Salikhova

*Kamchatka state technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: NASTupnikova@mail.ru*

THE ECOLOGICAL STATE OF SNOW COVER IN PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY

The level of pollution of snow cover in Petropavlovsk-Kamchatsky according to such indicators as medium reaction, ammonium nitrogen, nitrates - chloride - hydrocarbonate -, sulphate-ions, from 2003 to 2013 is considered. It is established that the content of all defined contaminants in snow tests is characterized by high interannual variation and doesn't exceed maximum concentration limit. It allows to estimate ecological state of snow cover in the regional center as uncontaminated.

Key words: snow cover, contaminants, pollution sources, medium reaction, sulphate-ions, nitrate-ions, ammonium ions, chloride ions, hydrocarbonates.

Снежный покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим он обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения почвы и воды. При образовании снежного покрова из-за процессов сухого и влажного выпадения примесей концентрация загрязняющих веществ в снеге оказывается на 2–3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе. Поэтому измерения их содержания могут производиться более простыми методами с высокой степенью надёжности.

Зимой наблюдается повышение концентрации различных химических веществ в атмосфере, обусловленное ухудшением метеорологических условий рассеяния примесей, увеличением количества промышленных выбросов, замедлением химических процессов трансформации веществ при низкой температуре воздуха. По этим причинам в снежном покрове накапливается основная масса атмосферных поллютантов.

Таким образом, характеристика экологического состояния снежного покрова имеет важное значение, так как снежный покров является не только индикатором загрязнения атмосферы, но и поставщиком талых вод в почвы и поверхностные воды, влияющим на их химический состав.

Мониторинг загрязнения снежного покрова на территории Камчатского края выполняет Федеральное государственное бюджетное учреждение «Камчатское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

Пробы снега отбираются на 14 метеостанциях и охватывают площадь 459192 км².

Сеть наблюдений за загрязнением снежного покрова функционирует на базе действующей в Росгидромете сети снегомерной съемки [1, 2]. Основной задачей сети наблюдений за загрязнением снежного покрова является отбор проб снега для последующего определения концентраций загрязняющих веществ.

Отбор проб производится один раз в год в период максимального накопления влагозапаса в снеге попутно с проведением измерений плотности снега и влагозапаса на снегомерном маршруте.

В Петропавловске-Камчатском отбор проб снега производится 31 марта морской гидрометеорологической станцией МГ-1 Петропавловск-Камчатский, входящей в наблюдательную сеть Федерального государственного бюджетного учреждения «Камчатское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

Снегомерный полевой маршрут (рис. 1) находится к северо-востоку от станции МГ-1 Петропавловск-Камчатский, на расстоянии 15 км.

Маршрут расположен к северу от Халактырского аэропорта, проходит по пашне, расположенной на склоне возвышенности. В связи с прохождением на первой половине маршрута линии газопровода, длина маршрута сокращена до 1 км. С 1-й по 3-ю точки измерения плотности снега маршрут проходит по пологому склону к югу. В 4-й и 5-й точках измерения плотности снега маршрут проходит ровной линией по пашне к северу. С южной стороны маршрута расположены автодорога, кладбище, аэропорт. К северо-западу от маршрута на расстоянии 2 км находится жилой массив «Кирпичики». Севернее маршрута проходят автодорога и линии электропередач. Растительность на маршруте – пашня, поросшая травой, с восточной стороны находится лес.

Для характеристики экологического состояния снежного покрова в г. Петропавловске-Камчатском использованы данные результатов мониторинга загрязнения и закисления снежного покрова за период с 2003 по 2013 гг.

Для загрязняющих веществ, присутствующих в снежном покрове, в настоящее время предельно допустимые концентрации не установлены, поэтому для оценки состояния загрязнения снежного покрова использовались предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования согласно ГН 2.1.5.1315-03 от 15 июня 2003 г. [3].

Величина pH воды – один из важнейших показателей качества вод. Величина концентрации ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. Величина pH воды влияет на процессы превращения различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ. Величина pH снега обусловлена попаданием из атмосферы не только твердых частиц, но и газообразных загрязняющих веществ. Этот показатель очень важен, т.к. может сильно повлиять на реакцию среды почвы после таяния снега. Чистый снег, как и чистая дождевая вода, имеет pH = 5,6, что связано с наличием в воздухе CO₂, образующим угольную кислоту, подкисляющую атмосферные осадки.

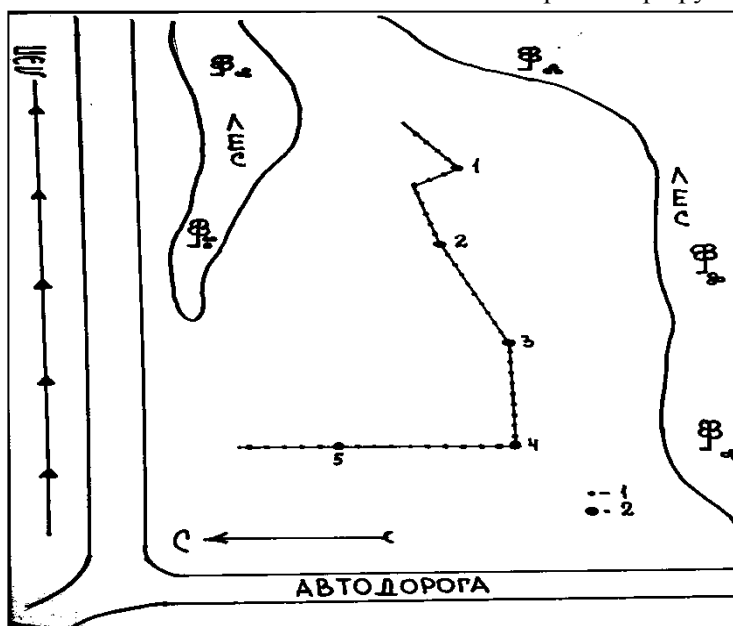


Рис.1. Схема расположения промерных точек на снегомерном маршруте: 1 – точки измерения высоты снежного покрова; 2 – точки измерения плотности снега и отбора проб

Значения pH талого снега в Петропавловске-Камчатском за период с 2003 по 2013 гг. варьируются в узком диапазоне от 5,56 до 6,14 (рис. 2), что соответствует реакции близкой к слабокислой.

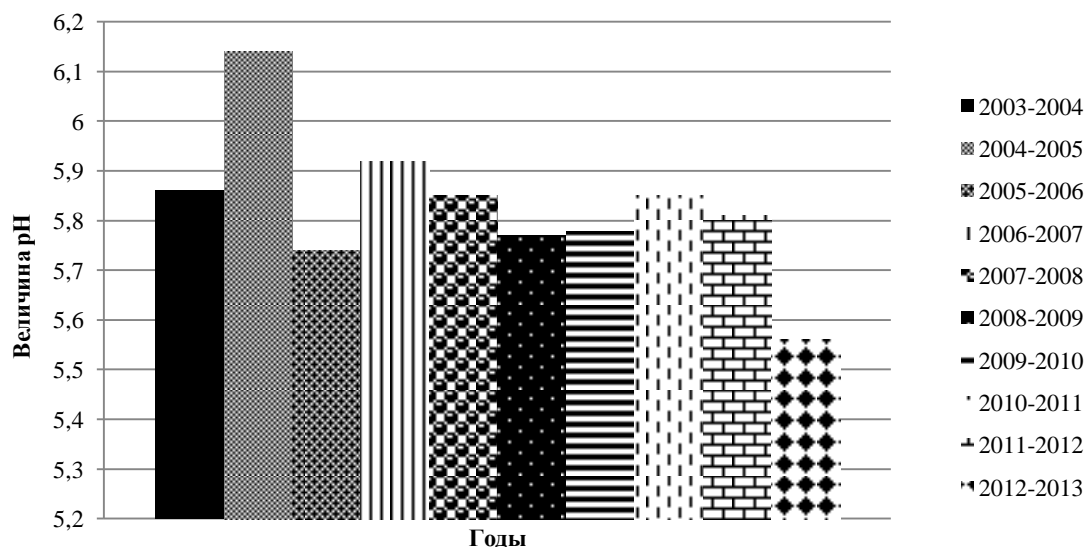


Рис. 2. Величина pH снежного покрова за период 2003–2013 гг.

Сульфат-ионы накапливаются в снеге за счёт осаждения аэрозолей диоксида серы из воздуха вместе с пылью под действием сил гравитации, а так же в результате выветривания почв, с частицами морской соли, с выхлопами газов автомобилей. После таяния снега сульфаты мигрируют в почву и водоисточники. Концентрация сульфат-ионов (SO_4^{2-}) в пробах снега варьирует в пределах 0,01–2,07 мг/дм³ (рис. 3), что характерно для слабого уровня загрязнения, обусловленного рассеиванием соединений серы на больших площадях в результате дальнего переноса от антропогенных и естественных источников. Таким образом, можно говорить об общей невысокой загрязнённости городского воздуха диоксидом серы.

Концентрация нитрат-ионов (NO_3^-) в пробах снежных вод колеблется в незначительных пределах от 0,02 до 0,66 мг/дм³ (рис. 3), что свидетельствует об однородности загрязнения территории города нитрат-ионами за десятилетний период. Содержание NO_3^- в пробах снега объясняется интенсивностью отопительного сезона и, как следствие, относительно большими выбросами азота в атмосферу на местном уровне.

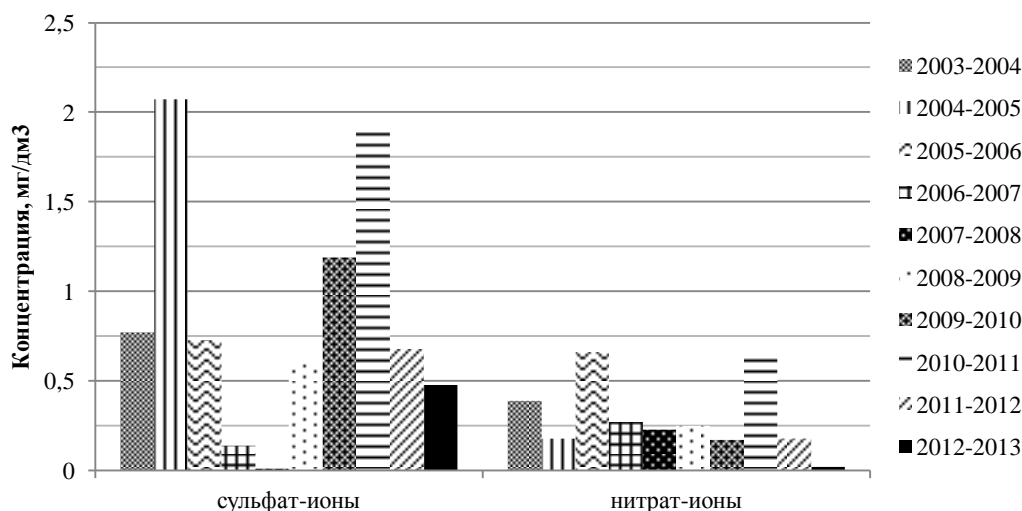


Рис. 3. Концентрации сульфат-ионов (ПДК 500 мг/дм³) и нитрат-ионов (ПДК 45 мг/дм³) в пробах снега в г. Петропавловске-Камчатском за период с 2003 по 2013 гг.

Концентрация ионов аммония в снеговых водах колеблется в пределах 0,01–0,37 (рис. 4), что соответствует норме.

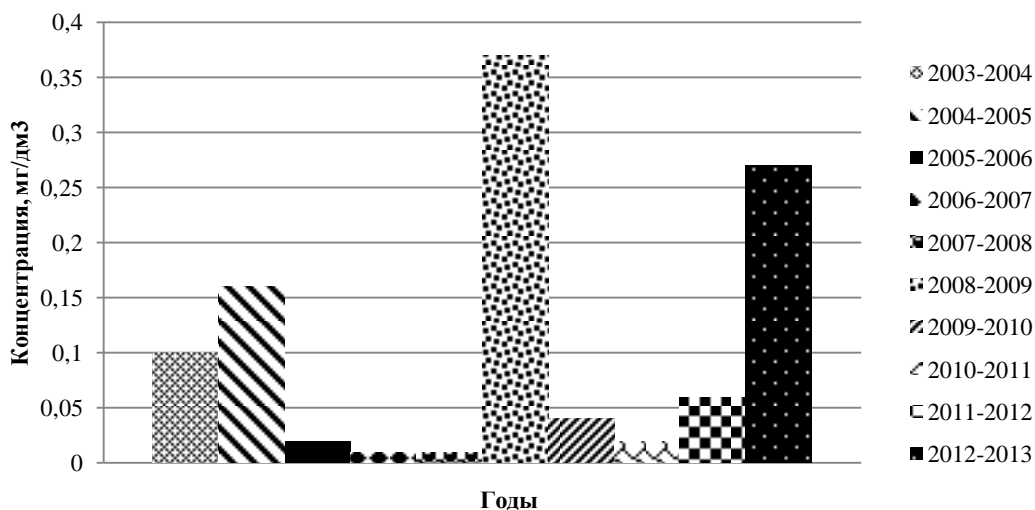


Рис. 4. Концентрация ионов аммония в пробах снега в г. Петропавловске-Камчатском (ПДК 0,5 мг/дм³) за период с 2003 по 2013 гг.

Наличие азотсодержащих соединений в воде определяется деятельностью бактерий, но в зимний период в снежном покрове их присутствие невозможно, поэтому содержание нитрат-ионов и ионов аммония в талой воде обусловлено только урбанизационными воздействиями. Их источниками являются продукты неполного сгорания автомобильного топлива, промышленные газы и продукты окисления атмосферного азота [4].

Природное соотношение между отдельными элементами в снежном покрове разных районов различно: преобладающим ингредиентом в снежном покрове приморских районов является хлорид-ион, для материковой части – гидрокарбонатный ион. Антропогенное загрязнение может значительно увеличивать обогащение снега отдельными элементами. Ионы хлора в незагрязненных атмосферных осадках в основном морского генезиса [4]. Антропогенное поступление хлорид-иона в снег обусловлено применением хлорида натрия для очистки автострад от снега и льда.

Концентрация хлоридов (Cl⁻) в пробах снега изменяется в широком диапазоне – от 1,25 до 5,59 мг/дм³ (рис. 5).

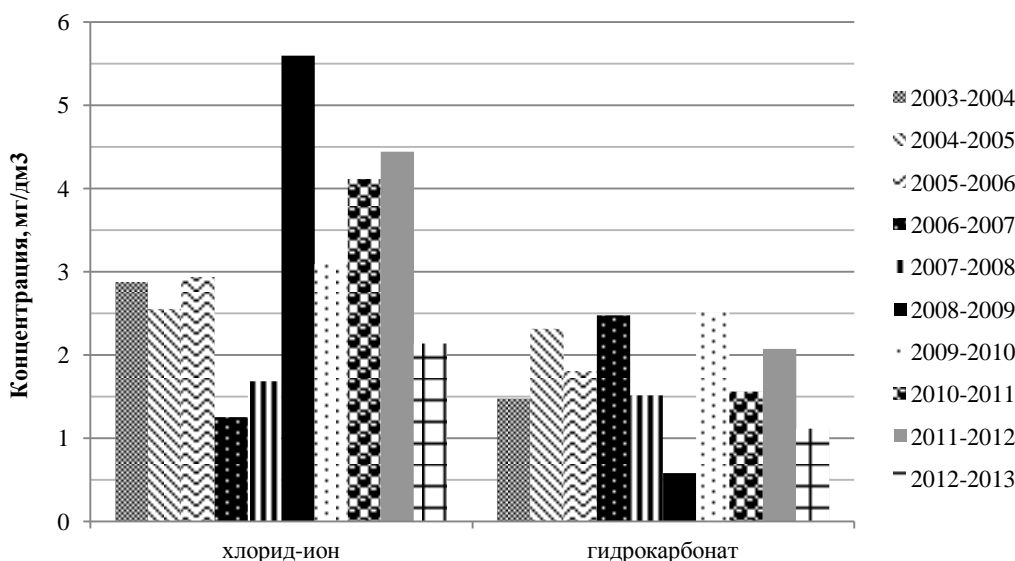


Рис. 5. Концентрации хлорид-ионов (ПДК 350 мг/дм³) и гидрокарбонатов в пробах снега в г. Петропавловске-Камчатском за период с 2003 по 2013 гг.

В Петропавловске-Камчатском в пробах снега преобладают примеси хлорид-ионов, что объясняется близостью Тихого океана.

Концентрация гидрокарбонатов (HCO_3^-) в талой воде варьирует в узких пределах, от $0,58 \text{ мг/дм}^3$ до $2,51 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 5), что характерно для слабого уровня загрязнения. Количество гидрокарбонатов в снежном покрове определяется концентрацией CO_2 в атмосфере.

Таким образом, формирование ионного состава снежного покрова в г. Петропавловске-Камчатском происходит под влиянием естественных и антропогенных факторов. Концентрации всех определяемых загрязняющих веществ в пробах снега не превышают предельно допустимых концентраций. Содержание всех примесей в снежном покрове города характеризуется большой межгодовой изменчивостью, что может быть обусловлено непостоянством поступления данных веществ за счет воздействия дальнего переноса.

Литература

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Метеорологические наблюдения на станциях. – Ч. 1. Вып. 3. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 299 с.
2. *Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д.* Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 182 с.
3. ГН 2.1.5. 1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. – М: СТК АЯК, 2004. – 214 с.
4. *Никаноров А.М.* Гидрохимия. – СПб: Гидрометеоиздат, 2001. – 444 с.

УДК 911.52(476)

А.Ю. Федоренко, А.С. Соколов

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Гомель, 246019
e-mail: alsokol@tut.by*

ОЦЕНКА ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ БЕЛОРУССИИ

Выполнена оценка ландшафтного разнообразия Беларуси с использованием способа «скользящего кружка» и расчёта индекса разнообразия Шеннона и плотности ландшафтных экотон. Результаты представлены в виде карты изолиний значений этих показателей. Выделены ареалы повышенного и пониженного значения ландшафтного разнообразия.

Ключевые слова: ландшафты, ландшафтное разнообразие, индекс Шеннона, ландшафтные экотоны.

A.Y. Fedorenko, A.S. Sokolov

*F. Skorina Gomel State University,
Gomel, 683003
e-mail: alsokol@tut.by*

LANDSCAPE DIVERSITY EVALUATION IN BYELORUSSIA

The assessment of landscape diversity of Belarus using the «moving circle» method and the calculation of Shannon diversity index and landscape ecotone density is given. The results are provided in isoline map of these indexes. Areas of high and low values of landscape diversity are identified.

Key words: landscapes, landscape diversity, Shannon index, landscape ecotones.

Целью настоящей работы является оценка ландшафтного разнообразия территории Беларуси, выявление ареалов его повышенного и пониженного значения и выделение регионов, отличающихся спецификой антропогенных воздействий и экологического состояния.

Методологической основой исследования является концепция географического поля, предложенная В.А. Червяковым [1] и представляющая собой систему представлений о реальных и абстрактных полях и поверхностях, способах их картографического изображения и географической интерпретации. Понятие поля здесь не физическое, а абстрактно-математическое и предполагает наличие пространства, в каждой точке которого определено числовое значение некоторой величины [2]. При этом поле рассматривается как функция положения точки в пространстве и времени. В таком виде объём понятия «поле» охватывает уже не только природные, но и социально-экономические явления. Картографическим представлением таких полей могут быть карты изолиний или псевдоизолиний.

Для количественной оценки ландшафтного разнообразия широко применяется индекс разнообразия Шеннона [3, 4]:

$$H = -\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} \cdot \log_2 \frac{S_i}{S},$$

где S_i – площадь i -го вида ландшафта, S – общая площадь территории, n – количество видов ландшафтов на данной территории.

Ландшафтное разнообразие является таким показателем, который может быть объективно определён только для какой-либо территории и, следовательно, носит дискретный характер. В то же время для изолинейного представления ландшафтного разнообразия территории в виде

непрерывного поля (являющегося оптимальным в силу отсутствия наперёд заданных границ разной степени условности), необходимо определение его значения в точках, равномерно размещённых по всей оцениваемой территории. Для этого нами был использован способ «скользящего кружка» [2]. Территория Беларуси была покрыта сетью точек (всего 119) на расстоянии 0,5° друг от друга, вокруг каждой точки была описана окружность диаметром 70 км. Для каждой



Рис. 1. Карта-схема ландшафтного разнообразия территории Беларуси

окружности рассчитывался индекс Шеннона по тем видам ландшафтов, которые попали в её пределы. Источником информации о ландшафтной структуре территории являлась ландшафтная карта Беларуси [5]. Полученные значения присваивались точкам в центрах окружностей. По этим данным была построена карта изолиний значений ландшафтного разнообразия на территории Беларуси (рис. 1).

Минимальное значение ландшафтного разнообразия, рассчитанное для точки, составило 1,24, максимальное 3,66. Среднее значение равно 2,90, медиана 2,97. Соотношение территорий с различным значением данного показателя показано в таблице.

Таблица

Доля территорий с различными значениями ландшафтного разнообразия от общей площади территории Беларуси

Значение	Доля, %	Значение	Доля, %	Значение	Доля, %
менее 1,5	1,7	2,0–2,5	25,3	3,0–3,5	29,9
1,5–2,0	16,7	2,5–3,0	24,4	более 3,5	1,9

Наиболее высокие значения ландшафтного разнообразия характерны для северной Беларуси (Поозёрская ландшафтная провинция), а также для возвышенных участков Белорусской возвышенной ландшафтной провинции, приуроченных к районам распространения холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов. На этих территориях находится почти все ареалы, в пределах которых значение ландшафтного разнообразия превышает 3,5, а в целом значение разнообразия больше 3 наблюдается почти повсеместно. Выше среднего разнообразие и на юге Предполесской провинции.

В центральной части страны наблюдается ареал относительно низкого разнообразия (меньше 3). Он расположен преимущественно в пределах Центрально-Березинской равнины и огибает Минскую возвышенность с востока. На юге изолиния со значением 3 достаточно близко повторяет изогипсу 150 метров, отделяя Полесскую и Приднепровскую низменности, которые отличаются пониженным значением ландшафтного разнообразия практически на всей территории (наиболее низкие значения, менее 2,5, характерны для Припятского, Мозырского и южной части Гомельского Полесья).

Важной информацией о ландшафтном разнообразии является также характер распределения ландшафтных границ (экотонов) в пространстве.

Именно ландшафтные экотоны оказываются благоприятными для резкого увеличения видового и ценотического разнообразия биоты – «краевой (опушечный) эффект». Таким образом, ландшафтные экотоны являются своеобразными «густками жизни» и напрямую влияют на увеличение биоразнообразия территорий. Это обуславливает необходимость их активного изучения.

Экотонные ландшафты освоены обычно лучше, так как благоприятны для поселения, активного труда и отдыха человека. Поэтому при проектировании зоны контакта природных геосистем, особенно контрастных, оцениваются как наиболее ценные для строительства рекреационных объектов (домов отдыха, туристических баз), организации охотничьих угодий.

Нами была создана карта плотности ландшафтных экотонов с помощью того же метода скользящего кружка (рис. 2).

Региональные особенности ландшафтного разнообразия необходимо учитывать при анализе хозяйственного использования территорий, выделении и систематизации особо охраняемых территорий. Например, территория с высоким ландшафтным разнообразием более пригодна для рекреационного освоения, чем с низким. На них следует ожидать большого разнообразия видов и форм использования ландшафтов, тогда как на территории с малым разнообразием преобладает одно или несколько близких по характеру форм природопользования. Ареалы с высоким ландшафтным разнообразием являются ключевыми звеньями сохранения разнообразия биологического, поэтому они должны в первую очередь являться объектами охраны и заповедания.



Рис. 2. Пространственное распределение плотности ландшафтных границ

Литература

1. Червяков В.А. Концепция поля в современной картографии / В. А. Червяков. – Новосибирск: Наука, 1978. – 149 с.
2. Червяков В.А. Количественные методы в географии / В. А. Червяков. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 1998. – 259 с.
3. Пурдик Л.Н. Факторы и картографический анализ ландшафтного разнообразия территории Алтайского края / Л. Н. Пурдик, В. А. Червяков, А. А. Шибких // География и природные ресурсы. – 2008. – № 1. – С. 156–161.
4. Викторов А. С. Рисунок ландшафта: анализ геометрических свойств ландшафта и его практическое применение / А.С. Викторов. – Изд. 2-е. – М.: ЛЕНАНД, 2014. – 184 с.
5. Ландшафтная карта Белорусской ССР / Под ред. А.Г. Исаченко. – М.: ГУТК, 1984.

УДК 911.52(476-12)

А.В. Харьков

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Гомель, 246019
e-mail: alsokol@tut.by*

ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

На примере юго-востока Беларуси показаны особенности антропогенной трансформации ландшафтов, относящихся к различным видам и родам. Установлено, что вторично моренные и моренно-зандровых ландшафты являются наиболее нарушенными. Особенно глубокую трансформацию претерпели геосистемы с покровом лёссовидных суглинков.

Ключевые слова: ландшафты, антропогенная нарушенность, экологические коэффициенты.

A.V. Kharkova

*F. Skorina Gomel State University,
Gomel, 683003
e-mail: alsokol@tut.by*

FEATURES OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF SOUTHEAST BELARUS LANDSCAPES

The features of anthropogenous landscape transformation relating to different species and genera by the example of southeast Belarus are shown. It is established that secondary moraine and moraine-outwash landscapes are most disturbed. Loess-like loam geosystems have undergone especially deep transformation.

Key words: landscapes, anthropogenic transformation, ecological coefficients.

Ландшафтная структура любой территории является результатом её длительного исторического и пространственного развития, в процессе которого природные компоненты различного генезиса, сочетаясь между собой, образовывали природно-территориальные комплексы (ПТК), связанные между собой в иерархическую структуру. Каждый ПТК обладает, таким образом, индивидуальными характеристиками, обусловленными характеристиками его компонентов и элементов, которые определяют возможности хозяйственного использования, продуктивность, устойчивость и другие эмерджентные свойства. Это влечёт за собой то, что особенности антропогенного воздействия и антропогенной трансформации природной среды также в значительной степени обусловлены природными свойствами конкретных ПТК, являющихся объектом такого воздействия. Следовательно, пространственный анализ экологических ситуаций, нагрузки на природную среду, её нарушенности и других геоэкологических характеристик должен осуществляться по естественным территориальным подразделениям – геосистемам любого ранга. Таким образом, универсальным для территориального эколого-географического анализа является геосистемный, или ландшафтно-географический, подход, состоящий в опоре на ландшафтную структуру территории. Этот подход обеспечивает привязку экологических проблем к конкретным, объективно существующим территориальным подразделениям среды обитания человека и сопоставимость результатов проводимых исследований [1].

Классификация ландшафтов, отражающая ландшафтную иерархию территорий, может служить основой выделения операционных единиц геоэкологического анализа на разных иерархических уровнях организации природной среды.

Целью настоящей работы является оценка антропогенной трансформации природной среды на основе ландшафтно-географического подхода. Объектом исследования явилась территория на крайнем юго-востоке Беларуси – модельный полигон «Юго-Восток», на примере которого изучались особенности антропогенной трансформации ландшафтов различных родов и видов. Территория полигона включает 14 районов восточной части Гомельской области общей площадью 25,3 тыс. км² (12,2% общей площади Беларуси). Ландшафтная структура рассматриваемой территории включает 57 ландшафтных контуров уровня вида ландшафта (ландшафтный контур – это участок земной поверхности, соответствующий одному ПТК определённого ранга [2]), относящихся к 8 родам и 29 видам ландшафта (соответственно 53 и 28% от общего числа родов и видов ландшафтов Беларуси [3]).

Северная часть полигона занята ландшафтами Предполесской ландшафтной провинции вторичных водно-ледниковых и моренно-зандровых ландшафтов, южная часть – Полесской провинции озёрно-аллювиальных, болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов. Наиболее распространённым родом является род аллювиально-террасированных ландшафтов (30% общей площади полигона, представлен 4 видами и 17 ландшафтными контурами). Моренно-зандровые ландшафты составляют 20% и представлены 11 контурами и 4 видами, вторичные водно-ледниковые – 18 %, 10 контурами, 6 видами.

Оценка антропогенной трансформации геосистем проводилась с помощью топографических карт, отражающих соотношение земель различного хозяйственного использования и материалов дистанционного зондирования Земли. Для количественной характеристики состояния геосистем использовались индексы, из всего многообразия которых были выбраны следующие:

– коэффициент относительной напряжённости эколого-хозяйственного баланса территории Б.И. Кочурова [4]:

$$K_o = \frac{AH_4 + AH_5 + AH_6}{AH_1 + AH_2 + AH_3}, \quad (1)$$

где AH_1 – земли с очень низкой антропогенной нагрузкой (природоохранных и неиспользуемых, то есть экологический фонд), AH_2 – земли с низкой нагрузкой (сенокосы, леса, используемые ограничено), AH_3 – земли со средней нагрузкой (многолетние насаждения, рекреационные земли), AH_4 – земли с высокой нагрузкой (пахотные земли; ареалы интенсивных рубок; пастбища и сенокосы), AH_5 – земли с очень высокой нагрузкой (орошаемые и осушаемые земли), AH_6 – земли с высшей нагрузкой (земли промышленности, транспорта, городов, поселков, инфраструктуры)

– коэффициент естественной защищённости территорий Б.И. Кочурова [4]:

$$K_{ez} = \frac{AH_1 + 0,8AH_2 + 0,6AH_3 + 0,4AH_4}{S} \quad (2)$$

где S – общая площадь территории.

– индекс антропогенной трансформации П.Г. Шищенко [5]:

$$K_{an} = \sum_{i=1}^n \frac{r_i \cdot P_i \cdot q_i}{100}, \quad (3)$$

где r_i – ранг антропогенной преобразованности ландшафта i -го вида природопользования; p_i – площадь территории с данным рангом преобразованности (% от всей территории); q_i – индекс глубины преобразованности ландшафта. Исходя из значений Кап выделяют 5 степеней изменности ландшафтов: очень слабоизмененные ($K_{an} = 2,00-3,80$); слабоизмененные (3,81–5,30); среднеизмененные (5,31–6,50); сильноизмененные (6,51–7,50); очень сильноизмененные (более 7,51);

– геоэкологический коэффициент [6] И.С. Аитова:

$$K_e = \frac{C_p}{C_o}, \quad (4)$$

где C_p – % площади ненарушенных (коренных) геосистем на той или иной территории, в ландшафтном районе, ландшафте; C_o – % предельно допустимой площади ненарушенных (коренных)

геосистем. На основе имеющихся экспертных оценок предельно допустимая площадь естественных геосистем (C_0) в зонах арктических пустынь и тундр составляет 98%, в северной половине тайги и горных районах – 80%, в зоне южной тайги – 50%, в зоне широколиственных лесов и лесостепи 30%, в зоне степей 35%. По значениям K_2 оценивается состояние ландшафта в следующих градациях: удовлетворительное – более 1,5; напряженное – 1,1–1,5; критическое – 0,9–1,1; кризисное – 0,5–0,9; катастрофическое – менее 0,50.

Таблица

Уровень антропогенной трансформации ландшафтов различных видов и родов

Род, вид ландшафта	K_0	$K_{сз}$	$K_{ап}$	K_f
Аллювиально-террасированные	0,62	0,56	4,25	1,90
Плосковолнистые с поверхн. залеганием аллювиальных песков	0,49	0,59	3,93	2,06
Плоскобугристые с эоловыми грядами с поверхностным залеганием аллювиальных песков	1,25	0,43	5,16	1,47
Плосковолнистые с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей	0,85	0,56	4,82	1,24
Волнистые с останцами моренной равнины с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей	0,46	0,65	3,89	2,22
Волнистые с прерыв. покровом водно-ледниковых супесей	0,22	0,67	3,14	2,67
Холмисто-моренно-эрозионные	1,63	0,53	5,58	1,17
Среднехолмисто-грядовые с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей	1,63	0,53	5,58	1,17
Вторичные водно-ледниковые	1,50	0,46	5,49	1,28
Волнистые с поверхн. залеганием водно-ледниковых песков	2,53	0,36	6,09	1,25
Плосковолнистые с покровом водно-ледниковых супесей	1,62	0,38	5,56	1,24
Волнистые с покровом водно-ледниковых супесей	1,57	0,51	5,69	1,18
Волнистые с покровом лёссовидных суглинков	9,73	0,37	7,32	0,27
Плоские с поверхн. залеганием водно-ледниковых песков	1,47	0,47	5,46	1,29
Плосковолнистые с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей	0,27	0,69	3,34	2,62
Моренно-зандровые	2,34	0,45	6,06	0,93
Волнистые с прерыв. покровом водно-ледниковых супесей	1,24	0,45	5,29	1,43
Холмисто-волнистые с покровом лёссовидных суглинков	19,00	0,39	7,42	0,07
Волнистые с прерыв. покровом водно-ледниковых супесей	2,18	0,51	5,90	0,97
Волнисто-увалистые с покровом лёссовидных суглинков	7,75	0,37	7,28	0,32
Вторичноморенные	3,08	0,44	6,34	0,74
Волнистые с придолинными зандрами с покровом водно-ледниковых супесей	0,60	0,53	4,24	1,95
Холмисто-волнистые с покровом лёссовидных суглинков	14,81	0,34	7,42	0,13
Волнистые с покровом водно-ледниковых суглинков	4,44	0,44	6,67	0,55
Волнистые с покровом водно-ледниковых супесей	3,00	0,47	6,29	0,80
Холмисто-волнистые с покровом водно-ледниковых суглинков	8,26	0,42	7,10	0,25
Пойменные	0,18	0,71	4,55	0,46
Плоские с лугами, реке болотами	0,10	0,75	4,69	0,20
Плоские с низинными болотами, черноольховыми лесами	0,06	0,78	3,99	0,87
Плоскогивистые с лугами, дубравами, низинными болотами и черноольховыми лесами	0,08	0,79	4,07	0,63
Гривистые с лугами, дубравами	0,55	0,55	5,30	0,27
Болотные	1,30	0,37	5,25	1,22
Плоские с поверхностным залеганием торфа и песков	1,83	0,46	5,63	0,94
Плосковолнистые с останцами террас с поверхностным залеганием торфа и песков	1,17	0,39	5,13	1,30
Ландшафты речных долин	1,32	0,55	5,88	0,63
Долины с плоской поймой	0,23	0,70	5,05	0,27
Глубоковрезанные долины со слабовыраженной поймой	3,07	0,47	6,29	0,80

По величине показателя экологической напряжённости выделяются вторичноморенные ландшафты, почти у всех видов которого этот показатель значительно больше 2. Близкие значе-

ния этого показателя имеют и ландшафты, относящиеся к роду моренно-зандровых. Средние значения коэффициента относительной напряжённости – от 1 до 2 – имеют холмисто-моренно-эрозионные, представленные небольшим участком на юго-западе полигона, вторичные водно-ледниковые и ландшафты нерасчленённых комплексов с преобладанием болот и речных долин. Наименьшей экологической напряжённостью отличаются пойменные и аллювиально-террасированные ландшафты.

Анализ значений коэффициента антропогенной преобразованности П.Г. Шищенко показал, что в основном ландшафты относятся к категории среднеизменённых (большая часть вторичных водно-ледниковых, вторичноморенных, моренно-зандровых и ландшафтов нерасчленённых комплексов). Аллювиальные террасированные ландшафты относятся к слабоизменённым.

Исходя из значения геоэкологического коэффициента к ландшафтам в удовлетворительном состоянии относятся только аллювиальные террасированные, к ландшафтам в напряжённом состоянии – вторичные водно-ледниковые, холмисто-моренно-эрозионные и нерасчленённые комплексы с преобладанием болот. В остальных ландшафтов доля лесных экосистем составляет менее критической величины значение: моренно-зандровые ландшафты в критическом состоянии, вторичноморенные и нерасчленённые комплексы речных долин – в кризисном, пойменные – в катастрофическом состоянии.

Часть ПТК выделяется по степени нарушенности природной среды. Так, максимальной степенью трансформации характеризуются ландшафты, относящиеся к разным родам, однако имеющие общие признаки – их подстилающей породой являются лёссовидные суглинки или они имеют более расчленённый характер поверхности – холмисто-волнистые. Такие ландшафты (пять видов, относящиеся к вторичным водно-ледниковым, вторичноморенным и моренно-зандровым ландшафтам) обладают минимальным показателем сохранности естественных геосистем ($K_r = 0,13-0,27$), соответствующем катастрофическому состоянию ландшафта, максимальным значением коэффициента экологической напряжённости (до 19) и коэффициента антропогенной преобразованности (более 7, что соответствует категории сильноизменённых ландшафтов).

Литература

1. *Исаченко А.Г.* Введение в экологическую географию / А.Г. Исаченко. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2008. – 192 с.
2. *Викторов А.С.* Рисунок ландшафта / А.С. Викторов. – М.: Мысль, 1986. – 179 с.
3. Ландшафтная карта Белорусской ССР. Масштаб 1:600 000 / Под ред. А. Г. Исаченко. – М.: ГУГК, 1984.
4. *Кочуров Б.И.* Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б.И. Кочуров. – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.
5. *Шищенко П.Г.* Прикладная физическая география / П.Г. Шищенко. – Киев: Вища шк., 1988. – 191 с.
6. *Аитов И.С.* Геоэкологический анализ для регионального планирования системной экспертизы территории (на примере нижневартковского региона): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Барнаул, 2006. – 18 с.

УДК 574.24:595.3(265.5)

С.А. Черкашин^{1,2}, Т.С. Пряжевская³

¹Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
Владивосток, 690091;

²Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
Владивосток, 690059;

³Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
Владивосток, 690095
e-mail: sergey.cherkashin@tinro-center.ru

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОД ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ И СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА ПО ВЫЖИВАЕМОСТИ РАКООБРАЗНЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ

В экспериментах 1993 г. выявлена меньшая жизнестойкость копеподитов веслоногих ракообразных *Neocalanus cristatus* из тихоокеанских вод Южных Курил, чем таких же рачков, отловленных у Северных Курил и в Беринговом море. Остротоксичной для этого тест-объекта оказалась вода Авачинской бухты, в то время как вода бухты Русской, расположенной неподалеку, но менее загрязненной, лишь ненамного снижала их выживаемость. В 1994 г. токсикорезистентность *N. plumchrus* из различных водных масс прикурильских вод существенно варьировала, и, в то же время, была в 2 раза выше, чем в заливе Петра Великого Японского моря. Наибольшее влияние на жизнестойкость оказывало физиологическое состояние (в частности, процесс линьки), температура и лишь затем загрязненность акватории. Сопоставление жизнестойкости *C. glacialis* из приостровных вод Амурского залива и других акваторий зал. Петра Великого показало отсутствие значимых различий, что косвенно свидетельствовало о невысоком уровне загрязнения исследованных акваторий в 1996 г. Биотестирование 2003–2015 гг. показало токсичность для мизид вод внутренней наиболее загрязненной акватории Амурского залива, прилегающей к центральной части г. Владивостока. Однако, лишь в августе, сентябре 2003 и июле 2007 гг., выживаемость мизид в водах из этого района в среднем была достоверно ниже, чем из внешней части залива.

Ключевые слова: тихоокеанские прикурильские воды, Авачинская бухта, зал. Петра Великого, Амурский залив, биотестирование, токсичность, веслоногие ракообразные, мизиды.

S.A. Cherkashin^{1,2}, T.S. Pryazhevskaya³

¹Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),
Vladivostok, 690091;

²Maritime Maritime State University named after admiral G. I. Nevelskoy,
Vladivostok, 690059;

³Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, 690091
e-mail: sergey.cherkashin@tinro-center.ru

ASSESSMENT OF WATER CONDITIONS IN THE FAR EASTERN SEAS AND THE NORTHWESTERN PACIFIC BY SURVIVAL RATE OF CRUSTACEA IN THE EXPERIMENTS

Copepodites of *Neocalanus cristatus* caught in the Pacific waters at southern Kuril Island have lower viability than those caught at northern Kuril Islands and in the Bering Sea, as it is shown in experiments conducted in 1993. However, the waters in the Avacha Bay (Kamchatka coast of the Pacific) are acutely toxic for this test object, as compared even with the nearest Russian Bay with rather slightly reduced survival of the copepodites. Viability of *N. plumchrus* varies considerably between water masses at Kuril Islands (experiments were conducted in 1994) but generally it is twice higher than in Peter the Great Bay (Japan Sea). The viability of marine organisms depends mostly on their physiological state (in particular, in the process of molting) but also on water temperature and pollution. Viability of *Calanus glacialis* from Peter the Great Bay has no significant differences over its open-water part (experiments in 1996) that is indirect evidence of low pollution of this area. Biotesting in 2003-2015 showed toxicity of internal, most polluted, waters of the Amur Bay adjacent to the central part of Vladivostok, for mysids. However, only in August and September, 2003 and July, 2007 their survival in the waters of this region in average was significantly lower than in the open waters.

Key words: Kuril waters, Avacha Bay, Peter the Great Bay, Amur Bay, biotesting, toxicity, copepod, mysid.

По мнению ряда исследователей мелкоразмерные ракообразные оказываются обычно наименее устойчивыми к воздействию неблагоприятных факторов по сравнению с другими группами водных организмов [1–9]. В то же время именно изучение реакции биоты способно охарактеризовать интегральное состояние, трансформацию структуры экосистем, а также позволяет судить о скорости и направлении изменений отдельных ее компонентов. Однако строго унифицированной и универсальной схемы проведения экотоксикологических исследований, пригодной для всех регионов и ситуаций, не существует. Многое зависит от конкретной обстановки и конечных целей.

Существенная роль в мониторинге состояния водоемов принадлежит биотестированию – экспериментальной оценке качества среды, основанной на регистрации тест-функции используемой биосистемы (тест-объекта). Именно биологические исследования позволяют объективно оценить степень совокупного влияния на организмы всех факторов и пригодность водоема для различных видов деятельности. Биотестирование все более актуально для выявления ранних последствий воздействия загрязнения на водные экосистемы, наступающих задолго до изменения численности индикаторных организмов или их видового разнообразия [4, 10]. В соответствии с нормативными документами биотестирование является обязательным элементом системы оценки качества вод [11, 12]. Этот раздел мониторинга недорог, но крайне важен, т.к. позволяет получить интегральную характеристику состояния среды и гидробионтов.

Обоснованность оценки состояния компонентов экосистем определяется, прежде всего, правильным выбором тест-объектов – организмов или любых других биосистем (искусственные лабораторные экосистемы, экспериментальные пруды, изолированные части естественных биогеоценозов), используемых при экспериментальной оценке токсичности веществ, природных и сточных вод, донных отложений и др. Тест-организмы должны отвечать ряду требований, таких как уязвимость или чувствительность, экологическая значимость, массовость, широкая распространенность, доступность.

Задача этой работы – провести анализ экотоксикологического состояния дальневосточных морей России и прилегающих акваторий с использованием ракообразных, отвечающих приведенным выше требованиям.

Материалы и методы

Биотестирование качества вод из поверхностного слоя (0–0,5 м) пяти районов в Охотском море и северо-западной части Тихого океана проводили в 1993 г. на веслоногих ракообразных *Neocalanus cristatus*; четырех районов в 1994 г. и двух районов зал. Петра Великого Японского моря в 1996 г. – на *Neocalanus plumchrus* и *Calanus glacialis* соответственно. Лов рачков осуществляли сетью БСД. Эксперименты 1993 и 1994 гг. проводили на НИС «Академик А. Несмеянов» и НИС «ТИНРО» соответственно. Для оценки состояния вод использовали метод функциональных нагрузок, в качестве которых для *N. cristatus* использовали опреснение, а для *N. plumchrus* и *C. glacialis* опреснение и хлористый цинк. В 48–96-часовых опытах использовали до пяти концентраций в 2–3 повторностях. С помощью пробит-анализа определяли концентрации, вызывающие гибель 50% особей (ЛК₅₀) и сопоставляли жизнестойкость тест-объектов из различных водных масс.

Биотестирование воды Амурского залива из поверхностного слоя 18 станций выполняли преимущественно на мизидах (Mysidae, Mysidacea, Crustacea) в июне – сентябре 2003–2015 гг. Сопоставляли результаты опытов с водой из его открытой части и из внутренней наиболее загрязненной акватории у центральной зоны г. Владивосток. Мизид отлавливали на глубине 0,1–1,5 м в прибрежной акватории о. Рейнеке (условно-фоновый район) и содержали в акклимационных аквариумах на научной базе ТИНРО-Центра на о. Рейнеке в течение 48 ч.

В опытах в каждый стакан помещали по 4–6 экземпляров рачков (копепод или мизид) на 0,5 л тестируемого раствора. Все пробы тестировали в трех повторностях. Продолжительность экспериментов составляла 48–96 ч, в зависимости от времени выявления достоверных различий в смертности тест-объектов. В течение всего эксперимента рачков не кормили. Гибель тест-организмов фиксировали каждые 24 ч, погибших животных удаляли. Биотестирование на мизидах *Neomysis mirabilis* и *Paracanthomysis shikhotaniensis* длиной 15–20 и 9–14 мм соответственно осуществляли согласно Методическим указаниям ... [12]. Эти виды мизид играют существенную роль в прибрежных экосистемах и являются перспективными промысловыми объектами. Наиболее многочисленные рачки *N. mirabilis* составляли в июне 60–98% от общей численности

мизид в мелководных районах Амурского залива. Дополнительные физиологические нагрузки, такие как нерест и линька в процессе биотестирования в июне приводили к тому, что этот тест-объект в данный период оказывался более чувствительным, чем мизиды *P. shikhotaniensis*, численность которых в июле – сентябре у о. Рейнеке достигала 47–60%, а уязвимость представителей этого вида рачков была выше, чем *N. mirabilis*.

Опыты в июне, июле, августе и сентябре проводили при температуре проб 13,2–15,4; 14,0–21,8; 19,8–22,4 и 17,4–21,4°C соответственно, и солености 29,6–33,2‰ в экспериментах различных лет. Температура тестируемых вод следовала природным суточным изменениям. Содержание кислорода составляло более 80% насыщения.

Для всех трех повторностей из каждой пробы определяли среднюю долю (%) погибших рачков и стандартную ошибку. Достоверность различий влияния тестируемых растворов на выживаемость тест-организмов определяли при уровне значимости $P = 0.05$.

Результаты и обсуждение

Эксперименты на веслоногих ракообразных в 1993 г. показали, что *Neocalanus cristatus* из тихоокеанских вод южных Курил оказался менее устойчивым к воздействию опреснения, по сравнению с его представителями, отловленными у Северных Курил и в Беринговом море. Вероятно, среда обитания для копеподитов этого вида IV и V стадий развития менее пригодна в открытых тихоокеанских водах южнее Курил, возможно, из-за близости границы ареала обитания. Остротоксичной для рачков оказалась вода Авачинской бухты у г. Петропавловска-Камчатского, в то время как вода бухты Русской, расположенной неподалеку, но менее загрязненной, лишь ненамного снижала выживаемость этого вида веслоногих ракообразных по сравнению с водой, в которой они содержались до опытов.

В 1994 г. токсикорезистентность к цинку другого массового вида планктонных ракообразных (*Neocalanus plumchrus*) из различных водных масс прикурильских вод существенно варьировала, и, в то же время, была в среднем в 2 раза выше, чем в зал. Петра Великого Японского моря, наиболее загрязненной акватории. Наиболее устойчивым к Zn (24 ч ЛК₅₀ = 14500 мкг/л) оказался *N. plumchrus* из тихоокеанских субарктических вод южнокурильского района. Однако этот факт, возможно, объясняется отсутствием линьки рачков из этой акватории в период исследования (сентябрь), в то время, как в остальных районах (в мае – августе) она оказывала негативное влияние на резистентность тест-объектов к цинку. Известно, что ракообразным свойственно снижение устойчивости к металлам в процессе линьки [7, 13]. Следовательно, наибольшее влияние на жизнестойкость *N. plumchrus* оказывало физиологическое состояние (в частности, процесс линьки), температура и лишь затем загрязненность акватории. Очевидно, экологические условия для этого вида веслоногих ракообразных в большинстве исследованных районах северо-западной части Тихого океана были благоприятны.

Анализ результатов исследований влияния опреснения и цинка на смертность веслоногих ракообразных, отловленных в заливе Петра Великого, показал отсутствие значимых различий жизнестойкости *Calanus glacialis* из приостровных вод Амурского залива и открытых вод зал. Петра Великого, что косвенно свидетельствовало о невысоком уровне загрязнения исследованных акваторий в 1996 г. В опытах этого года величина 24 ч ЛК₅₀ цинка для *C. glacialis* составляла 3426 мкг/л, а для *Neocalanus plumchrus* из зал. Петра Великого в 1994 г. – 5986 мкг/л; из тихоокеанских субарктических вод южнокурильского района – 14500 мкг/л цинка.

Биотестирование на мизидах в 2003–2015 гг. показало неблагоприятное экотоксикологическое состояние вод внутренней части Амурского залива, прилегающей к центру г. Владивостока и подверженной интенсивному антропогенному загрязнению. Однако, лишь в августе, сентябре 2003 и июле 2007 гг., выживаемость мизид в водах из этого района в среднем была достоверно ниже, чем из внешней части залива (табл.). Значительные, но кратковременные повышения загрязнения после залповых сбросов, случавшиеся за последнее десятилетие, незамедлительно сказывались на состоянии мизид. Так, биотестирование в сентябре 2008 г., проведенное после массовой гибели многих видов рыб и ракообразных во внутренней части залива, показало, что вода здесь была токсичной и для мизид. В воде у о. Рейнеке гибель мизид также увеличилась по сравнению с предыдущим годом, но оставалась меньше, чем в других районах.

Гибель мизид (%) при биотестировании вод Амурского залива

Дата	Виды мизид	Внешний район	Внутренний более загрязненный район
2003, август*, сентябрь*	<i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	16.7 ± 6.7 ¹ 20.0 ± 0.0 ²	60.0 ± 11.6 ¹ 66.7 ± 6.7 ²
2004, август, сентябрь	<i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	53.3 ± 11.6 ² 13.3 ± 6.7 ²	63.2 ± 16.7 (33.3 – 93.3) ² 26.7 ± 6.7 ²
2005, июнь, сентябрь	<i>Neomysis mirabilis</i> <i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	46.7 ± 11.6 ² 20.0 ± 0.0 ²	66.7 ± 10.2 (53.3 – 86.7) ² 33.4 ± 6.7 (26.7 – 40.0) ²
2007, июнь, июль*, сентябрь	<i>Neomysis mirabilis</i> <i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	6.7 ± 0.0 (6.7 – 6.7) ² 36.7 ± 3.4 (33.3 – 40.0) ² 26.7 ± 5.8 (26.7 – 26.7) ³	13.3 ± 4.7 (6.7 – 26.7) ² 70.0 ± 3.3 (66.7 – 73.3) ² 56.7 ± 5.8 (46.7 – 66.7) ³
2008, июнь, сентябрь	<i>Neomysis mirabilis</i> <i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	3.4 ± 3.4 (0.0 – 6.7) ³ 44.5 ± 5.5 ²	3.4 ± 3.4 (0.0 – 6.7) ³ 63.4 ± 6.3 (46.7 – 76.7) ²
2009, июль	<i>Neomysis mirabilis</i>	31.1 ± 5.9 (20.0 – 40.0) ³	33.4 ± 6.7 (26.7 – 40.0) ³
2010, июль, сентябрь	<i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	53.3 ± 6.7 ² 20.0 ± 6.7 ²	83.3 ± 3.4 (75.0 – 91.7) ² 29.2 ± 3.3 (25.0 – 33.3) ²
2011, июнь, август	<i>Neomysis mirabilis</i> <i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	26.7 ± 6.7 (20.0 – 33.3) ³ 26.7 ± 6.7 (20.0 – 33.3) ²	36.7 ± 3.4 (33.3 – 40.0) ³ 50.0 ± 16.7 (33.3 – 66.7) ²
2012, июнь, август	<i>Neomysis mirabilis</i> <i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	13.3 ± 3.4 (6.7 – 20.0) ² 52.8 ± 6.7 (40.0 – 66.7) ²	16.7 ± 3.4 (13.3 – 20.0) ² 63.4 ± 5.8 (60.0 – 66.7) ²
2013, июнь, август	<i>Neomysis mirabilis</i> <i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	44.4 ± 5.7 (33.3 – 61.1) ¹ 61.1 ± 11.2 (55.5 – 66.7) ³	47.4 ± 6.7 (33.3 – 61.1) ¹ 63.9 ± 3.1 (50.0 – 77.8) ³
2014, июнь, август	<i>Neomysis mirabilis</i> <i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	33.3 ± 5.7 (27.8 – 44.4) ³ 41.7 ± 8.3 (33.3 – 58.3) ²	24.1 ± 1.8 (22.2 – 27.8) ³ 69.4 ± 5.7 (58.3 – 75.0) ²
2015, июнь, август	<i>Neomysis mirabilis</i> <i>Paracanthomysis shikhotaniensis</i>	31.5 ± 3.3 (27.8 – 38.9) ³ 38.9 ± 3.4 (33.3 – 50.0) ²	39.7 ± 4.3 (38.9 – 40.0) ³ 69.4 ± 6.7 (58.3 – 75.0) ²

Примечание. 1 – 48-часовая экспозиция; 2 – 72-часовая экспозиция; 3 – 96-часовая экспозиция. * – Достоверное различие между гибелью мизид в условно-фоновых и загрязненных районах.

Улучшение экотоксикологической обстановки, вызванное спадом производственной деятельности в Приморье, привело к восстановлению качества вод Амурского залива [14]. Поэтому в 2009–2015 гг. загрязнение залива было менее опасно для мизид. Однако, основные гидрохимические показатели во внутренней и внешней зоне района исследования, характеризующие состояние прибрежных вод, продолжали заметно отличаться.

Тем не менее, температурный режим, насыщение кислородом и отмечаемое опреснение вод внутреннего района не оказывали существенного воздействия на снижение жизнестойкости мизид. Следовательно, увеличение смертности рачков вызывало антропогенное загрязнение. Биотестирование вод исследованных акваторий выявило токсичность исследованных проб для мизид только в локальных участках залива. Неблагоприятное экотоксикологическое качество вод обнаружено во внутренней акватории Амурского залива, прилегающей к центральной части Владивостока и подверженной интенсивному антропогенному загрязнению, как установлено и в более ранних исследованиях. Здесь были отмечены негативные изменения состояния, снижение видового разнообразия планктонных сообществ, изменение численности и пространственной структуры индикаторных видов фитопланктона и мизид [14, 15]. Максимальные концентрации меди и цинка в водах залива в последние годы были выше ПДК в 2,6 и 3,2 раза соответственно. Такие концентрации металлов увеличивали гибель мизид в краткосрочных опытах. В районах выпусков сточных вод г. Владивостока общее содержание СУВ по данным А.П. Черняева [15] превышало ПДК нефти и нефтепродуктов в 5–6 раз и, вероятно, снижало выживаемость рачков. Прибрежные воды открытых акваторий Амурского залива характеризуются относительно невысокими концентрациями УВ – у о. Рейнеке их содержание не превышало 2 ПДК, оставаясь близким к максимальной нелетальной концентрации для мизид *Neomysis mirabilis* в острых опытах.

Подводя итог биотестированию вод залива, необходимо отметить отсутствие токсичности вод большинства исследованных акваторий для двух массовых видов мизид. Поскольку ранее нами доказана повышенная уязвимость мизид для загрязнения по сравнению с большинством других обитателей зал. Петра Великого, то в большинстве районов залива состояние вод вполне благоприятно и для других промысловых видов ракообразных.

Заключение

Приведенные результаты свидетельствуют о благополучном экотоксикологическом состоянии вод большинства исследованных районов. Очевидно, условия обитания в Охотском море и прилегающих акваториях Тихого океана, за исключением Авачинской бухты, не оказывали существенного воздействия на устойчивость веслоногих ракообразных к неблагоприятным факторам. Пробы воды из внутренней акватории Амурского залива, подверженной интенсивному антропогенному загрязнению, в большинстве случаев токсичны для мизид. Температурный режим экспериментов, насыщение кислородом и отмечаемое опреснение вод не проявляли значимого влияния на снижение жизнестойкости тест-организмов. Следовательно, увеличение смертности рачков вызывало антропогенное загрязнение. В этих районах определяемые концентрации ряда металлов и нефтяных углеводородов способны существенно снизить выживаемость мизид. Анализ экотоксикологического состояния вод залива в 2003–2015 гг. методом биотестирования выявил улучшение обстановки начиная с 2009 г. после снижения уровня загрязнения вод. Наиболее благоприятные экологические условия характерны для открытой зоны залива.

Литература

1. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 304 с.
2. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
3. Cripe G.M. Comparative acute toxicities of several pesticides and metals to *Mysidopsis bahia* and postlarval *Penaeus duorarum* // Environ. Toxicol. and Chemistry. – 1994. – Vol. 13, no. 11. – P. 1867–1872.
4. Черкашин С.А. Биотестирование: терминология, задачи, основные требования и применение в рыбохозяйственной токсикологии // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128, ч. III. – С. 1020–1035.
5. Черкашин С.А. Отдельные аспекты влияния углеводородов нефти на рыб и ракообразных // Вестник ДВО РАН. – 2005. – № 3. – С. 83–91.
6. Verslycke T., Vangheluwe M., Heijerick D. et al. The toxicity of metal mixtures to the estuarine mysid *Neomysis integer* under changing salinity // Aquat. Toxicol. – 2003. – Vol. 64, no. 3. – P. 307–315.
7. Черкашин С.А., Блинова Н.К. Воздействие тяжелых металлов на выживаемость ракообразных (обзор) // Гидробиол. журн. – 2010. – Т. 46, № 4. – С. 84–97.
8. Черкашин С.А., Блинова Н.К. Экспериментальные исследования токсичности фенола для ракообразных (обзор) // Гидробиол. журн. 2013. – Т. 49, № 3. – С. 61–74.
9. Пряжевская Т.С., Черкашин С.А. Влияние меди на выживаемость мизид *Neomysis mirabilis* и *Paracanthomysis* sp. (Crustacea: Mysidacea) // Изв. ТИНРО. – 2014. – Т. 177. – С. 219–226.
10. Лукьянова О.Н., Черкашин С.А., Симоконь М.В. Обзор современного экологического состояния залива Петра Великого (2000–2010 гг.) // Вестник ДВО РАН. – 2012. – № 2. – С. 55–63.
11. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения (типовые). Утв. 21 февраля 1991 г. – М.: Госкомприроды СССР, 1991. – 35 с.
12. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. – М.: Изд-во ВНИРО, 2011. – 201 с.
13. Price R.K.J., Uglow R.F. Effects of certain metals on development and mortality within the moult cycle of *Crangon crangon* // Mar. Environ. Res. – 1979. – Vol. 2, № 4. – P. 287–299.
14. Черкашин С.А., Вейдеман Е.Л. Экотоксикологический анализ состояния прибрежных экосистем залива Петра Великого (Японское море) // Вопросы рыболовства. – 2005. – Т. 6, № 4(24). – С. 637–652.
15. Черняев А.П., Лукьянова О.Н., Черкашин С.А. Распределение нефтяных углеводородов и оценка состояния биоты в Амурском заливе (Японское море) // Экологич. химия. – 2006. – Т. 15, № 1. – С. 28–38.

УДК 502.51(282.02)(476)

О.В. Шершневу¹, М.Г. Ясовееву²

¹*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Гомель, 246019;*

²*Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка,
Минск, 220809
e-mail: gomelgeo@yandex.ru*

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Статья посвящена оценке современного состояния пресных подземных вод в Республике Беларусь. В статье приведена характеристика природных факторов и антропогенных источников воздействия на пресные подземные воды. Представлены результаты комплексной оценки состояния пресных подземных вод на основе качественных и количественных критериев.

Ключевые слова: пресные подземные воды, количество и качество подземных вод, загрязнение.

O.V. Shershneyov¹, M.G. Jasoveyev²

¹*F. Skorina Gomel State University,
Gomel, 683003;*

²*Belarus State Pedagogical University,
Minsk, 220809
e-mail: gomelgeo@yandex.ru*

FRESH GROUNDWATER HYDROECOLOGICAL STATE WITHIN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

The article is devoted to the assessment of fresh groundwater modern state within the territory of the Republic of Belarus. The characteristic of natural and anthropogenic factors is given in the article. The results of complex assessment of fresh groundwater state based on quality and quantity characteristics are presented.

Key words: fresh groundwater, fresh groundwater quantity and quality, contamination.

В Республике Беларусь хозяйственно-питьевое водоснабжение практически полностью осуществляется за счет привлечения пресных подземных вод, приоритетное использование которых закреплено в статье 5 Закона Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении». Подобное целевое назначение предполагает их необходимое количество и соответствующее качество, которые в силу интенсивной эксплуатации подземных вод для водоснабжения, мелиорации земель, влияния промышленного производства и др. претерпевают существенные изменения.

Качество питьевых подземных вод должно соответствовать нормативным требованиям [1, 2].

В меньшей степени учитываются количественные характеристики, которые определяются эксплуатационными запасами на расчетный период времени и для которых нет установленных нормативов в случае их изменения при эксплуатации. Поэтому для оценки состояния подземных вод Беларуси и их устойчивого хозяйственно-питьевого использования целесообразно применение комплексного подхода, основанного на совместном учете качественных и количественных показателей подземных вод.

В зависимости от условий техногенного воздействия нами выделены градации (категории) качества подземных вод (табл. 1).

Таблица 1

Категории качества подземных вод

Категории качества	Характеристика
1	Влияние человека на подземные воды незначительное или отсутствует. Воды обладают весьма хорошими гидрохимическими показателями
2	Влияние человека на подземные воды не высокое, при хороших гидрохимических показателях воды в течение длительного периода
3	Влияние человека на подземные воды значительное. Воды, как правило, обладают хорошими гидрохимическими показателями, но есть признаки ухудшения качества ресурса.
4	Влияние человека весьма значительное. Воды обладают неудовлетворительными гидрохимическими показателями
5	Воздействие человека на подземные воды не существенное или отсутствует. Воды обладают специфическими (характерными для определенных территорий) природными гидрохимическими особенностями с концентрациями макро- и микрокомпонентов больше ПДК

В качестве гидрохимических показателей качества выступают так называемые общие показатели качества подземных вод, т.е. такие, которые проявляются наиболее часто и повсеместно. Для подземных вод Беларуси такими показателями могут являться, например, Cl , SO_4^{2-} , NO_3 , NH_4^+ , Fe, Mn.

Количественно подразделение на категории можно представить, взяв за основу схему предложенную в работе [3] и опираясь на определение понятия «загрязнение подземных вод». В этом случае категории 1 будут соответствовать воды с гидрохимическими показателями (c_i) соответствующими естественным условиям, или фоновые показатели (c_e): $c_e \geq c_i$

Гидрохимические показатели подземных вод второй категории определяются условием: $c_e < c_i \leq 0,5$ ПДК. Третья категория определяется условием: $0,5$ ПДК $< c_i \leq$ ПДК. При этом отнесение качества воды к третьей категории возможно в том случае, когда хоть один из оцениваемых показателей будет превышать 0,5 ПДК. Четвертой категории соответствует состояние вод, в которых оцениваемые гидрохимические показатели, или хотя бы один из них превышают ПДК.

Количественное состояние подземных вод оценивается предусмотренной величиной водопонижения и определяется режимом эксплуатации и способностью подземных вод к восстановлению их гидродинамического режима за счет восполнения запасов.

Состояние подземных вод, определяемое на основании их количественных изменений, можно подразделить на несколько категорий (табл. 2).

Таблица 2

Состояние подземных вод в зависимости от изменения их количественных характеристик

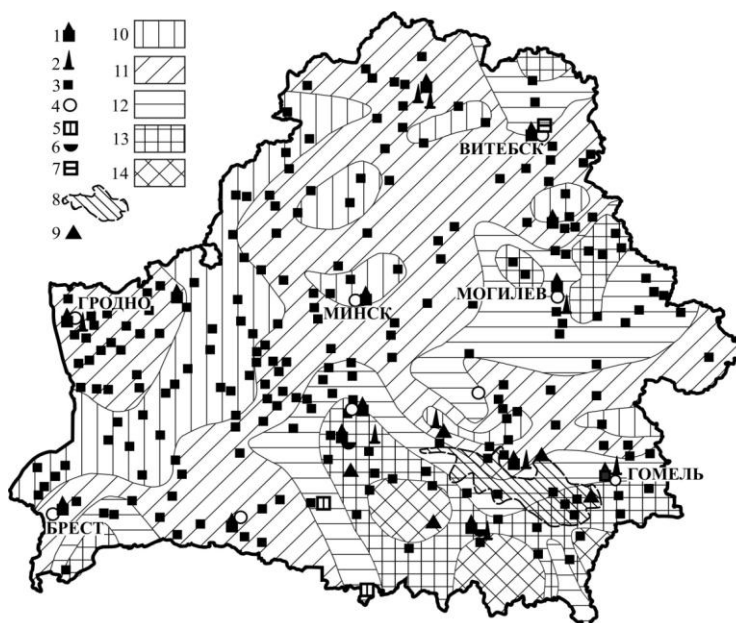
Категории состояния	Характеристика
А	Влияние техногенеза на подземные воды не существенное или отсутствует. Гидрогеологические условия устойчивые. Изъятие и величина естественного восстановления устойчивы в течение длительного периода времени
Б	Техногенное влияние на подземные воды не большое, с умеренно неустойчивыми условиями водного баланса и без чрезмерной эксплуатации ресурса. Ресурс устойчиво используется в течение длительного периода
В	Воздействие техногенеза на подземные воды велико, что выражается значительными изменениями показателей
Г	Влияние человека незначительно или отсутствует, но для вмещающих пород характерна низкая водообильность

При проведении корреляции между качественными и количественными категориями можно получить комплексную (качественно-количественную) оценку состояния подземных вод Беларуси (табл. 3).

На территории Беларуси условиями, определяющими отнесение подземных вод к категории высокого качества (1–А) могут служить территории заповедников, заказников, национальных парков, др. особо охраняемых территорий и объектов.

Ко второй категории (1–Б, 2–А, 2–Б) принадлежат воды территорий, удаленных от крупных промышленных предприятий, с рациональным ведением хозяйства.

К третьей категории (3–А, 3–Б) относятся подземные воды колодцев, активно эксплуатируемые в сельских населенных пунктах и для которых во многих случаях характерна высокая степень загрязнения с преобладанием нитратов, хлоридов, сульфатов и др. соединений, а также городские территории, испытывающие коммунально-бытовое загрязнение. Источники загрязнения: хозяйственная и коммунальная деятельность частных водопотребителей, вторичное загрязнение от рядом расположенных промышленных районов; применение удобрений при сельскохозяйственной деятельности и последующий их смыв и фильтрация в подземные воды; смыв загрязняющих веществ из мест накопителей и при утилизации жидких стоков на земледельческих полях орошения (рис.). Иногда загрязнение отмечается не только в грунтовых, но и напорных водах. В то же время может происходить и рост содержания микроэлементов. Такие изменения выявлены во многих районах республики [4–8]. Однако, во всех перечисленных случаях, отнесение подземных вод к 3 категории должно соответствовать условию, приведенному в табл. 1.



Природные факторы и антропогенные источники воздействия на пресные подземные воды:

1 – объекты интенсивного промышленного и коммунально-бытового загрязнения; 2 – крупные химические комбинаты, 3 – животноводческие комплексы; 4 – водозаборы с высокой степенью использования эксплуатационных запасов; 5–8 – разработка месторождений полезных ископаемых: 5 – строительный и облицовочный камень; 6 – каменные и калийные соли; 7 – доломиты; 8 – площади разработки нефтяных месторождений; 9 – участки разгрузки минерализованных хлоридных натриевых вод; 10–14 площади распространения железа в подземных водах зоны активного водообмена (мг/дм³): 10 – <0,5; 11 – 0,5–1,0; 12 – 1,0–1,5; 13 – 1,5–2,0; 14 – >2,0.

Таблица 3

Состояние подземных вод Беларуси в зависимости от качественно-количественных показателей

Категория	Индекс	Характеристика
Высокое качество	1–А	Влияние человека на качество и количество ресурса не существенное или отсутствует, за исключением частных случаев обусловленных природными факторами
Хорошее качество	1–Б, 2–А, 2–Б	Влияние человека на качество и (или) количество ресурса мало
Удовлетворительное качество	3–А, 3–Б	Влияние человека на количественные характеристики ресурса мало, при значительном влиянии на качество, что требует надлежащих мер для предотвращения его ухудшения
Неудовлетворительное качество	1–В, 2–В, 3–В, 4–В, 4–А, 4–Б	Влияние человека на качество и (или) количество ресурса весьма значительное, что требует особых исправительных мер
Частные случаи, обусловленные природными особенностями	1–Г, 2–Г, 3–Г, 4–Г, 5–А, 5–Б, 5–В, 5–Г	Качественные и (или) количественные показатели подземных вод не испытывают серьезного влияния человека, но наличие определенных химических соединений или малое количество ресурса обусловленные частными природными условиями затрудняют их использование

В случае несоблюдения условия и превышения показателей относительно ПДК и (или) чрезмерного водозабора состояние подземных вод будет характеризоваться категорией неудовлетворительного качества. Моделями подобных условий могут служить крупные промрайоны, территории, связанные с разведкой и разработкой месторождений полезных ископаемых, мелиорация земель, чрезмерный водозабор подземных вод. Известными примерами отрицательного воздействия на подземные воды являются Солигорский, Гомельский, Светлогорский промыш-

ленные районы, где концентрации нитратов, нефтепродуктов, хлоридов, фосфатов, некоторых тяжелых металлов и др. элементов превышают ПДК в несколько раз, причем не только в грунтовых, но и глубокозалегающих водоносных горизонтах. В крупных промышленных районах имеют место и значительные понижения уровней подземных вод, и формирование обширных депрессионных воронок. Например, в районе г. Минска, площадь депрессионной воронки составляет 750 км² [4, 5].

Интенсивная эксплуатация подземных вод приводит не только к количественным, но и качественным изменениям характеристик подземных вод. Показательным примером такого влияния является практика использования подземных вод в г. Новополоцке, где в результате интенсивного водоотбора произошло изменение состава и минерализации вод эксплуатируемого водоносного горизонта за счет увеличения содержания Cl⁻, SO₄²⁻ и др. макрокомпонентов. Подобные изменения отмечаются и на некоторых других водозаборах, например в гг. Солигорск и Барановичи.

При разведке и разработке месторождений полезных ископаемых иногда происходит ухудшение качества подземных вод. Например, в пределах нефтяных месторождений Припятского прогиба подземные воды загрязняются нефтепродуктами, поверхностно-активными веществами, высокоминерализованными рассолами и др. химическими реагентами, на значительных площадях (несколько га) и глубинах до нескольких десятков метров. В других случаях запасы подземных вод истощаются, что вызвано массивованным водоотливом из карьеров и приводит к формированию депрессионных воронок значительных размеров (карьеры «Микашевичи», «Руба») [4, 5].

Воздействие мелиорации на подземные воды выражается как в качественных, так и в количественных изменениях последних. Они могут носить локальный и региональный характер. Изменения химического состава подземных вод и особенно грунтовых выражаются в увеличивающейся в несколько раз минерализации, содержании нитратов и основных компонентов [7, 9].

Естественное изменение состава и минерализации подземных вод наблюдается локально, и, как правило, связано с очагами разгрузки минерализованных вод и приурочено к зонам пересечения речными долинами крупных тектонических разломов, а также участкам неглубокого залегания солянокупольных структур в Припятском прогибе. Кроме того, в целом для республики, используемые в питьевых целях подземные воды, отличаются повышенным содержанием железа, марганца и пониженным – фтора и йода.

При этом необходимо отметить, что ухудшение качества воды может происходить по причине не совершенного водообеспечивающего оборудования. Воды многих месторождений подземных вод Беларуси обладают высокой коррозионной активностью, что способствует возникновению вторичного загрязнения воды в металлических водопроводных трубах и емкостях. Повышенное содержание железа в пресных подземных водах определяется физико-географическими и геолого-гидрогеологическими условиями территории республики. Часто его концентрации достигают 1,5–3,0 и даже 5–10 мг/дм³ (ПДК – 0,3 мг/дм³). До 60% всех скважин республики, а на Полесье около 80% характеризуются его превышением ПДК. Наиболее высоким содержанием железа (до 20–30 мг/дм³), присутствующего в подземных водах в основном в закисной форме, отличаются грунтовые воды, связанные с болотными массивами. Для напорных вод также прослеживается связь между степенью заболоченности территории и условиями ожелезненности подземных вод. Повышенные концентрации марганца – до 0,5–1,0 мг/дм³ (ПДК – 0,1 мг/дм³) в региональном плане соответствует распространению железосодержащих вод [4, 5]. Воды, содержащие повышенные концентрации железа требуют применения мероприятий по их обезжелезиванию. Однако республика испытывает недостаток в этом комплексе очистных сооружений. С целью восполнения дефицита йода и фтора в организме человека, практикуется йодизация поваренной соли, йодизации и фторирования воды (бутилированной), и некоторых продуктов питания.

Литература

1. СанПиН 10-124 РБ 99. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества // Сб. санитарных правил и норм по питьевому водоснабжению. – С. 3–108.
2. СанПиН 8-83-98 РБ 99. Требования к качеству воды при нецентрализованном водоснабжении. Санитарная охрана источников // Сб. санитарных правил и норм по питьевому водоснабжению. – С. 131–141.

3. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 248 с.
4. Природная среда Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: БИП-С, 2002. – 424 с.
5. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2013 / Под общей ред. М.А. Ересько [Электронный ресурс]. – Минск: БелНИЦ «Экология», 2014.
6. Бачиа С.С., Зайко С.М., Вашкевич Л.Ф. Мониторинг качества питьевых вод в Солигорском горнопромышленном районе: Обзорная информация. – Минск: БелНИЦ «Экология», 2004. – 50 с.
7. Кудельский А.В., Пашкевич В.И. Качество питьевых подземных вод в сельских населенных пунктах Беларуси // Информационный бюллетень. – Минск: БелНИЦ «Экология», 1997. – № 5(12). – 22 с.
8. Кузнецов В.А., В.А., Петухова Н.Н., Оношко М.П., Генералова Вадковская И.К., Жуховицкая А.Л., Рябова Л.Н., Белоусова Т.Н., Веремчук С.Н. Геохимия ландшафтов Припятского Полесья. – Минск: ИГН НАНБ, 1997. – 240 с.
9. Кудельский А.В., Гречко А.М., Кривецкая Т.Д., Пашкевич В.И. Гидрогеологическая экспертиза широкомасштабных осушительных мелиораций Белорусского Полесья. – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 112 с.

Секция 4. ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 383.483.11(574.1)

А.Г. Абдуллина, А.З. Айдарова

*Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова,
Kazakhstan, Актюбе, 030000
e-mail: akshunus_a@mail.ru;
akmaral.aydarova@mail.ru*

ПРИРОДНО-РЕКРЕАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ КАК ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В РЕГИОНЕ (НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА)

В статье рассматриваются природно-рекреационные ресурсы Западного региона Республики Казахстан и возможные направления использования их в туристской отрасли.

Ключевые слова: природные ресурсы, рекреационные ресурсы, туристская отрасль, Западный Казахстан.

A.G. Abdullina, A.Z. Aidarova

*K. Zhubanov Aktobe Regional State University,
Kazakhstan, Aktobe, 030000
e-mail: akshunus_a@mail.ru;
akmaral.aydarova@mail.ru*

NATURAL AND RECREATIONAL RESOURCES AS A PREREQUISITE FOR TOURISM DEVELOPMENT IN THE REGION (WESTERN KAZAKHSTAN)

The article deals with natural and recreational resources of the Western region of the Republic of Kazakhstan and possible directions for using them in tourism industry.

Key words: natural resources, recreational resources, tourism industry, Western Kazakhstan.

Казахстан, обладая уникальными природными ресурсами и самобытной культурой кочевого народа, имеет огромный нереализованный потенциал для развития туризма на международном и региональном рынках. Туристический потенциал рекреационных ресурсов и историко-культурного наследия позволяет республике гармонично интегрироваться в международный рынок туризма и достичь интенсивного развития туризма в стране. Это обеспечит устойчивый рост занятости и доходов населения, стимулирование развития смежных с туризмом отраслей и увеличение притока инвестиций в национальную экономику. Глава государства Н.Назарбаев отметил необходимость разработки плана по созданию и развитию туристического кластера.

Различные факторы природной среды оказывают давление на человека, и основным среди них является климат. На наш взгляд, климатические процессы представляют собой ту силу, которая влияет на психологическую ориентацию людей в выборе места отдыха и развлечений. Туризм – это движение во времени и пространстве, следовательно, люди, путешествуя, меняют свое место пребывания, а значит, перемещаются из одной климатической зоны в другую. Поэтому важно наметить сезонность туристических потоков, выявить позитивные и негативные факторы климатических условий западного района нашей республики [1].

Не менее важным элементом природной среды являются водные условия (реки, озера, моря). Многие туристы хотят позагорать, покупаться, поудить рыбу и т. д. Вследствие этого водные условия играют важную роль при выборе критериев туризма, и рекреации.

Развитие рекреационной системы и интенсификация ресурсопользования в условиях республики может сочетать в себе несколько подходов. Это решение вопросов длительного отдыха путем создания бальнеологических курортов (в том числе приморских - на Каспийском побережье), а также вовлечение в действие естественных ресурсов, спрос на которые постоянно растет. Последнее обуславливает необходимость организации такой формы использования, при которой максимальное количество людей могло бы эффективно пользоваться ими без опасности деградации этих ресурсов.

Аттрактивность природных памятников Западного Казахстана не менее важна. Этот регион богат живописными разнообразными и интереснейшими ландшафтами. Именно в ландшафтах, отличающихся однородностью природных условий, открываются благоприятные возможности всестороннего учета сложных природных взаимосвязей, предвидения прямых и косвенных последствий антропогенного воздействия на экологическую среду.

Сейчас во всей Республике Казахстан имеется 26 памятника природы республиканского значения. Они представляют собой огромный интерес для туризма (особенно познавательного). Каждый такой памятник обладает своими особенностями, неповторимыми аттрактивными свойствами [2].

Самыми примечательными такими памятниками в Западном Казахстане являются: пещеры Мангыстау и плато Устюрт, чинки Устюрта и самая глубокая на территории СНГ сухая впадина – Карагие.

Пещеры Мангыстау и плато Устюрт. В казахстанской части Устюрта насчитывается до 30 карстовых пещер, которые относятся к известняково-гипсовым породам неогена, самые крупные из этих пещер достигают в длину иногда 100–120 м и имеют невысокие своды и входы. Подземные пещеры вызвали бы большой интерес у туристов.

Чинки Устюрта простираются на сотни километров. Высота чинков (обрывов) достигает 100-120 м. В обрывах обнажаются пестрые глинисто-известковые породы третичного возраста, слагающие плато Устюрт, у подножья отвесных обрывов (часто совершенно непроходимых) нередко выходы подземных вод, растут тростниковые луга.

Карагие (Батыр) – самая глубокая на территории СНГ сухая впадина, находящаяся на высоте 132 метра ниже уровня моря. Она находится в центре пустынной зоны на полуострове Мангыстау, в 120 км от города Актау. Впадина окаймлена обрывистыми склонами, на дне расположены пересыхающее озеро, солончак. Образование впадины связывают с процессами выколачивания соленосных пород, с просадочными и карстовыми процессами, имевшими место на побережье Каспийского моря.

Климат резко континентальный. В течение всего года дуют сильные ветры, летом часты суховеи. Особенно подвержены влиянию засух южные районы, находящиеся в пустынной и полупустынной зонах области, основной специализацией которых является табунно-пастбищное животноводство. В результате часто повторяющихся засух происходит высыхание водоемов, выгорание пастбищ, что приводит к снижению поголовья скота и ухудшению экологического, экономического и социального положения населения [3].

Для всей области характерны неустойчивость и дефицит атмосферных осадков.

Экологическая ситуация в области связана с негативным воздействием полувекового периода функционирования военных полигонов, нарушением экосистемы реки Жайык. Увеличение добычи углеводородного сырья может сопровождаться ростом выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, почву, водные источники.

Сегодня туристские фирмы для активного привлечения туристов во многом используют имеющиеся природные и культурно-исторические ресурсы области. Однако заявки на экскурсионное обслуживание поступают, прежде всего, от учащейся молодежи.

Озеро Шалкар расположено в 100 километрах от города Уральска на территории Западно-Казахстанской области. Этот природный водоем очень древний, он – остаток от бывшего здесь Каспийского моря.

По окружности озеро составляет 206 километров, длина 18,4 км, ширина 14,7 км. Глубина достигает 18 метров. В ее составе соленые кислоты, кальций гидрокарбонат, магний и другие,

жизненно важные минеральные элементы. Это говорит о том, что его состав ничем не отличается от морской воды, а по экологическому состоянию превышает многие морские воды.

Озеро Шалкар, при полете на самолете над ним, производит впечатление ярко синего блюдца среди бескрайних степей.

Озеро характеризуется относительно небольшими глубинами, в ветреную погоду сплошь покрытое волнами с белыми барабашками, шумом прибоя оно напоминает настоящее море, это особо ощутимо у берега. Слабосоленые воды озера с их богатым кормом, создают прекрасные условия для размножения рыб и водоплавающей дичи, поэтому оно издавна было признанным местом для рыбной ловли и охоты.

Гидрографический режим озера полностью зависит от своего родителя Каспийского моря. Озеро в течение последних лет имеет довольно положительный уровень воды. Научное исследование озера Шалкар начато с начала XX столетия [4].

Было научно обосновано, что озеро образовалось на месте разрушенного соляного купола, краями которого принято считать гору Сантас. Меловая гора Сантас находится на северном берегу озера Шалкар. Она имеет вытянутую форму, с юга на север, протяженностью 7-8 км. Высота горки небольшая, около 20 км, но она заметно возвышается над водной гладью озера и ровной окрестной степью. С юга к горе примыкает солончаковый шлейф, покрытый солеросом.

Недалеко от этого места имеется соленое озеро, богатое лечебными свойствами, в жаркое время лета сюда съезжаются люди для лечения.

Озеро Шалкар – памятник природы, оно охраняется государством. Один из мудрецов говорил «В будущем доктора не станут всех посылать на южные воды, а в ту природу, в ту среду, где человеку все понятно, близко, мило»

Этим близким, милым местом для нас является степное озеро Шалкар. Здесь жили наши предки, пытались судьбу. Прадеды наши не знали иной природы, чем этот угол земной с озером, на берегах которого каждый кустик станет святым. Здесь хватит всем воды и воздуха.

Шалкарский биогидрологический заказник организован решением областной администрации в 1992 г.

Занимает 260,0 тысяч гектар, включая акваторию оз. Шалкар, Альжан и их ближайшие окрестности в пределах Акжайкского района.

Озеро Шалкар занимает до 242 кв. км. В нем собирается около 1,1–1,4 млрд куб. литров воды. Вода солоноватая – различных солей содержится до 4,6 грамм на литр, из которых 2,5 г приходится на долю хлоридов. Питается озеро стоками рр. Есенанкаты, Шолаканкаты и по каналу из р. Урала. В многоводные годы часть воды по руслу Солянки сбрасывается в Урал.

Озеро Альжан небольшое – при наполнении занимает около одного квадратного километра, а в засушливые годы оно пересыхает и превращается в сор, грязи которого обладают лечебными свойствами. Для сохранения их свойств и предупреждения химического и бактериального загрязнения на расстоянии 1,5 км от уреза воды установлена специальная зона санитарной охраны, где запрещаются любые действия, которые могут нанести вред лечебным свойствам грязи.

По природным условиям северная часть заказника представляет сыртовое плато, сильно расчлененное оврагами и долинами рек. Здесь на темно – каштановых почвах господствуют сообщества ковыля Лессинга (ковылка) и ковыля волосатика (тырсы), с которыми произрастают еще более 130 видов растений из 29 семейств – сложноцветных, крестоцветных, бобовых, розоцветных и других.

Южная – большая часть территории расположена в пределах Прикаспийской низменности, где почти на идеальной равнине выделяются соляные купола Сантас (71 м) и Сасай (94 м). Отрицательные элементы рельефа представлены замкнутыми понижениями (площадью от десятков квадратных метров до нескольких гектар), придающими степи своеобразный пятнистый характер. На большей части этих пространств, особенно по юго-восточному и южному побережью озера и склонам г. Сасай, господствуют сообщества типчака, где заметную роль играют также ковыли, тонконог, осока уральская, полынь белая и другие виды [5].

Наряду с этими зональными типами растительности на солонцах в места пастбищных сбоев сформировались чернополынные, белополынные и комפורосмовые сообщества, а на засоленных участках – биюргуновые, кокпековые, сарсазановые и солеросовые ассоциации. Гидрофильная растительность представлена тростником, который местами образует непроходимые крепи, рогозами, камышом, сусаком, роголистником, рдестами и другими видами.

В целом во флоре бассейна Шалкара насчитывается около 600 видов высших растений, в том числе более десятка редких, в основном, меловых эндемиков – смолевка, льянка, ежевик, нагаловатка киргизская, пупавка Корнух – Троцкого, василек Маршала, тюльпан Шренка и другие.

Богат и разнообразен животный мир. Здесь известно около 130 видов птиц, почти по 20 видов млекопитающих и рыб (в том числе эндемичная челкарская селедочка) и около десятка пресмыкающихся и земноводных.

Среди гнездящихся птиц на озере наиболее многочисленны береговые ласточки, желтые трясогузки и виды водно-болотного комплекса: лысуха, кряква, красноголовый нырок, пеганка (из уток), серый гусь, обыкновенная и серебристая чайки, обыкновенная крачка, серая и большая белая цапли, лунь болотный и различные кулики – степная тиркушка, чибис, зуйки, а во время миграций турухтан и круглоносый плавунчик; в тростниковых зарослях многочисленны камышовки, тростниковые овсянки, усаые синицы и некоторые другие. В степи фоновыми видами являются полевой, степной и белокрылый жаворонки и обыкновенная каменка. Из средних видов на озере известны встречи лебедя – белохвоста; в степи – степного орла, могильника журавля – красавки, стрепета, кречетки, а в прошлом и дрофы.

Из млекопитающих довольно обычны различные виды степных грызунов (суслики, полевки, хомяк и хомячки, слепушонка) и питающиеся ими лисица, корсак, степной хорь: в тростниках обитает ондатра. На Сантасе в прошлом были многочисленны степная гадюка и ящерица прыткая, по берегам встречаются ужи, полоз узорчатый, в озере и по впадающим в него рекам – болотная черепаха, ряд земноводных – озерная лягушка, зеленая жаба, чесночница и другие.

Озеро является важным рыбопромысловым водоемом, где в последние годы добывалось по 300-400 тонн рыбы (еще в недалеком прошлом 1966 г. – до 1090 тонн). Основными промысловыми видами являются лещ, сазан, судак, вобла, щука, окунь, карась.

На сегодняшний день, туризм, являясь главной формой активного отдыха, укрепления здоровья и рационального использования свободного времени и расширения кругозора, при условии грамотной организации, станет одним из доходных статей в экономике Западно-Казахстанской области путем максимального использования имеющихся в области туристских ресурсов. Для этого планируются разработать перспективные туристские маршруты, экскурсионные программы по историко-краеведческим объектам Бокейординского, Чингирлауского, Теректинского и других районов области. А также обустройство и освоение туристской зоны отдыха Шалкар, что будет способствовать увеличению потока отдыхающих, соответственно, расширения туристских услуг.

Природные условия Атырауской области очень разнообразны. Большая часть территории представляет низменную или возвышенную равнину, расположенную в полупустынной и пустынной зонах. Половину территории занимают солонцовые и солончаковые комплексы, а также барханные пески (Нарын, Тайсоган, Каракум). В области самый высокий показатель опустынивания среди всех западных регионов республики. Природные условия обусловили развитие в области мясошерстного скотоводства.

Природа Казахстана удивительно красива и величественна. Одно из таких мест на карте Казахстана – Северный Прикаспий. Когда-то динозавры жили на территории нынешней Атырауской области. Сто миллионов лет тому назад нынешний Каспий был огромным морем. Уровень воды был так высок, что Жайык впадал в него примерно в том месте, где стоит нынешний Уральск. В древности море не раз заливало всю Европу и соединялось с Северным Ледовитым океаном проливом.

Именно оттуда в Каспий пришли тюлени. Сейчас на месте пролива – Тургайская долина. Одно из самых интересных мест для изучения того периода на востоке области и объектом привлекательности для туристов является плато Актологай.

Плато Актологай. Неглубокое море часто меняло свои границы. Вода хорошо прогревалась и освещалась солнцем, а на дне развивалась бурная жизнь. Отсюда – известная атырауская нефть, ведь ее прародитель – та самая мезозойская органика. В июне 2004 года редакция журнала "World Discovery" организовала уникальную экспедицию на плато Актологай, где на сотни километров – ни души: одни солончаки, пустыни и стон ветра. Плато расположено в 320 км на восток от города Атырау.

Актологай – уникальная местность. Буквально под ногами рассыпаны палеонтологические памятники эпохи мезозоя – позвонки и кости динозавров, окаменелые жуки, моллюски, чешуя огромных неизвестных рыб, зубы акул, обитавших здесь миллионы лет назад. В меловой период эта местность была дном мелководного моря, но иногда, с периодичностью в тысячу лет, море отступало, и обнажались участки суши, которые со временем покрывались растительностью. Здесь можно встретить окаменевшие деревья. Мир мелового моря очень богат. Каждый, попавший сюда, начинает ощущать окружающее не просто глазами или сознанием, а всем своим существом окунается в белоснежную сказку.

Тамшалы – удивительный оазис пустыни. Примерно в 30 километрах от Форт-Шевченко, если ехать вдоль моря по направлению к поселку Таучик, в каньоне, который огромной трещиной тянется в глубь полуострова, находится источник Тамшалы. Добраться к источнику можно, шагая по каньону или двигаясь вдоль обрыва параллельно его отвесным стенам, состоящим из разноцветных слоев скалистой породы. Краски выгорели на солнце, потеряли свою яркость. И неожиданно для всех впереди открывается большое зеленое пятно [6].

Подойдя к одиноко стоящему дереву, можно заметить два искусственно созданных крохотных водоема, заросли камыша и мяты. В гроте полумрак, пышная растительность. Из скал выступают капли воды. Они как слезы падают вниз. Сотни сверкающих прозрачных стеклянных струй, словно серебряный занавес сказочного театра, звенят, издавая неповторимые звуки, сливающиеся в завораживающую мелодию.

На восточной окраине Атырауской области бескрайние степные просторы наконец-то обретают края, и идеально ровная линия горизонта сменяется остроконечными пиками причудливых меловых скал.

Когда-то здесь было дно мирового океана. Акулы зубы, останки динозавров, отпечатки на камнях невиданных растений и неизвестной живности - все это до сих пор можно найти на *Меловом плато*.

Яркие, неповторимой красоты плато Аккергешин и Актологай были сформированы в юрский период, когда по земле бродили динозавры. Фантастический ландшафт этих мест завораживает. Белые скалы настолько сильно эмоционально воздействуют на людей, что раз побывавшему вновь и вновь хочется окунуться в пьянящую атмосферу природного очарования.

Меловые горы встречаются в разных регионах Земли. Есть у нас, в Казахстане, эти удивительные свидетели древней истории планеты.

Западный Казахстан обладает огромными интереснейшими ресурсами для организации и проведения различных видов экскурсий, прогулок, путешествий и отдыха на данной территории нашего государства; регион богат живописными разнообразными и интереснейшими ландшафтами; туристско-рекреационный потенциал Западного Казахстана занимает важное место в туризме Казахстана в целом.

Литература

1. *Бейсенова А.С.* Современное состояние развития туризма в Казахстане. – Алматы, 2000. – 150 с.
2. *Саипов А.А.* Теория и практика туризма Казахстана. – Алматы, 1999. – 200 с.
3. *Сарсенов Б.Б., Лежников П.С., Мамин А.Н.* Туристская карта озера Шалкар (Западно-Казахстанская область).
4. *Буренков В.М.* Мангышлак. – Алма-Ата: Кайнар, 1984. – 176 с.
5. *Корина Л.* Западно-Казахстанская область // Казахстанская правда: Общенациональная ежедневная газета Республики Казахстан. – Публикация № 21 9075 N 179. – 13.08.2004.
6. *Афанасьев В.* По тропам Шелкового пути: Культурное наследие // Прикаспийская коммуна: Газета. – 24.06.2004.

УДК [639.27.053.2:594.133](265.54.04)"2010/2015"

Л.С. Афейчук

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
Владивосток, 690091
e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru*

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ АНАДАРЫ БРОУТОНА (*ANADARA BROUGHTONII*) В СКОПЛЕНИИ АМУРСКОГО ЗАЛИВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ) И ВЕДЕНИЕ ПРОМЫСЛА

Приведены данные о распределении ресурсов анадары по глубинам в промысловом скоплении кутовой части Амурского залива. Дана межгодовая динамика размерного состава моллюсков, промысловых характеристик и ресурсных параметров скопления в период 2010–2015 гг.

Ключевые слова: *Anadara broughtonii*, промысел, скопления, Амурский залив, распределение, плотность, биомасса, улов, размерный состав, ресурсы.

L.S. Afeychuk

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),
Vladivostok, 690091
e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru*

DISTRIBUTION PATTERNS FOR *ANADARA BROUGHTONII* IN THE STOCK OF THE AMUR BAY (JAPAN SEA) AND ITS FISHERY

Bathymetric distribution of *Anadara broughtonii* is considered for its commercial stock in the top of the Amur Bay (Peter the Great Bay, northwestern Japan Sea). Year-to-year dynamics of its size composition and commercial value is presented for 2010–2015.

Key words: *Anadara broughtonii*, fishery, commercial stock, Amur Bay, bathymetric distribution, density, biomass, catch, size composition, marine biological resources.

Двустворчатый зарывающийся моллюск анадара Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenck, 1867) – ценный промысловый вид. Употребление в пищу продуктов из анадары положительно влияет на состояние здоровья человека. Моллюск содержит белки, витамины, полисахариды, биологически активные соединения, антиоксиданты, хорошо сбалансированный комплекс минералов, в том числе селен и йод, практически не содержит жира. В Приморье анадара является экспортируемым объектом.

Северная граница ареала вида проходит по заливу Петра Великого, где находится первое по величине промысловое скопление анадары в Приморье, оно расположено в кутовой части Амурского залива на площади не более 130 км². Второе промысловое скопление анадары находится в кутовой части Уссурийского залива занимает площадь менее 40 км².

Дражный лов анадары в кутовой части Амурского залива начали в 2000 г. в режиме контрольного лова. В 2001 г. было введено промышленное освоение ресурсов данного вида. С 2004 по 2010 г. в связи с введением запрета промысла анадары в кутовой части Уссурийского залива добычу вели исключительно на акватории Амурского залива. В 2010 г. запрет промысла был снят и лов стали осуществлять как в Уссурийском, так и в Амурском заливе.



*Дражный лов анадары в кутовой части
Амурского залива*

Условиям обитания, ресурсам, распределению моллюсков в скоплении, его состоянию, промысловому использованию и влиянию промысла был посвящен ряд работ [1–6].

Целью настоящей работы является выявление особенностей распределения ресурсов анадары в скоплении кутовой части Амурского залива в период с 2010 по 2015 гг. и ведение промысла.

Научно-исследовательские работы в скоплении анадары кутовой части Амурского залива были проведены дражным способом в летне-осенние периоды 2010–2015 гг. Ежегодно в процессе мониторинга на исследуемой акватории выполняли от 100 до 236 контрольных драгирований в диапазоне глубин от 2,5 до 12 метров на общей площади от 100 до 156 км² и промеряли от 3300 до 5450 особей анадары.

Полученные данные обрабатывали с помощью методов математической оценки результатов наблюдений [7, 8] пакетов программ STATISTICA 5.5 [9], Excel 2003, MapInfo Professional 7.0. Расчет численности и биомассы скоплений производили методом полигонов (Диаграммы Вороного) [10].

В скоплении анадары кутовой части Амурского залива ежегодно наблюдается типичная картина распределения моллюсков, которая носит мозаичный характер (рис. 1).

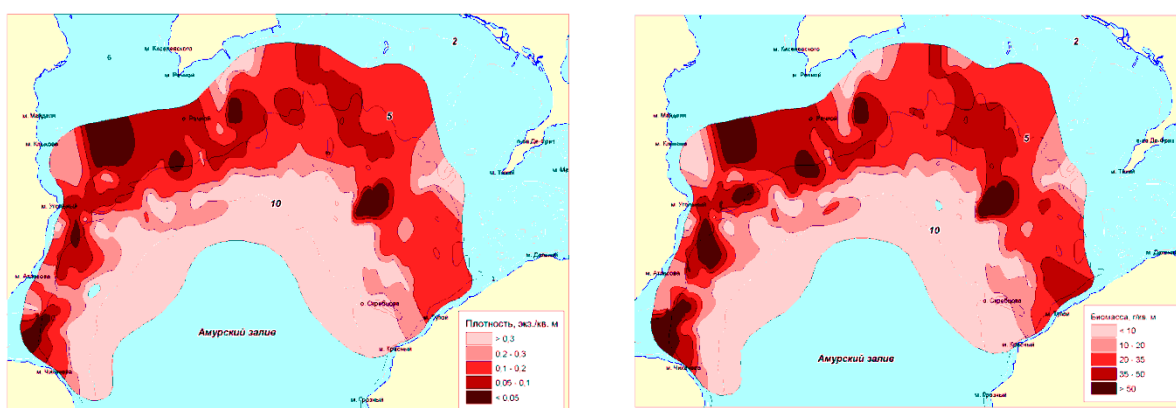


Рис. 1. Распределение анадары в скоплении кутовой части Амурского залива в 2015 г. (при коэффициенте уловистости драги (КУ) = 1)

Моллюски с более высокой концентрацией в заливе отмечены на глубинах от 2 до 7 м в районах от мыса Чихачева до м. Атласова, от м. Угольный до участка акватории, расположенного к юго-западу от м. Тихий полуострова Де-Фриз. Скопление анадары ограничено глубинами около 10–12 м. Глубже 12 м изобаты концентрация моллюсков становится минимальной. Согласно исследованиям предыдущих лет на глубине более 15 м анадара не встречается.

Тенденция снижения удельной биомассы, уловов и увеличения средних размеров анадары с повышением глубины сохраняется из года в год (рис. 2–4). Более мелкие моллюски предпочитают районы мелководий, а более крупные – глубокие места.

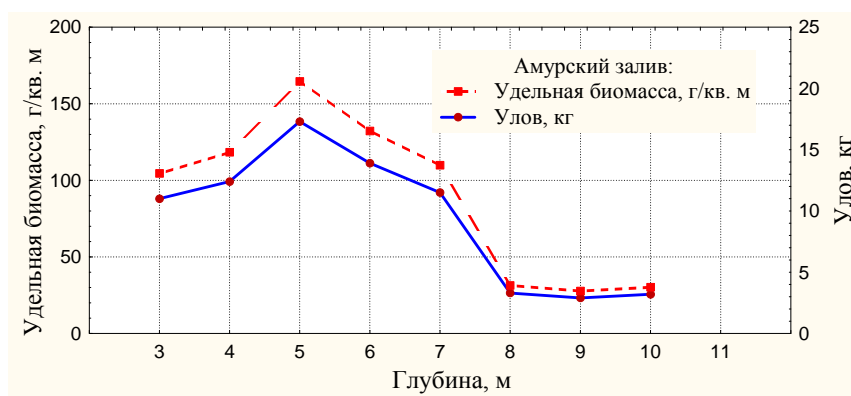


Рис. 2. Распределение удельной биомассы особей анадары и уловов на контрольное драгирование длиной 200 м по глубинам в скоплении кутовой части Амурского залива (2015 г.)

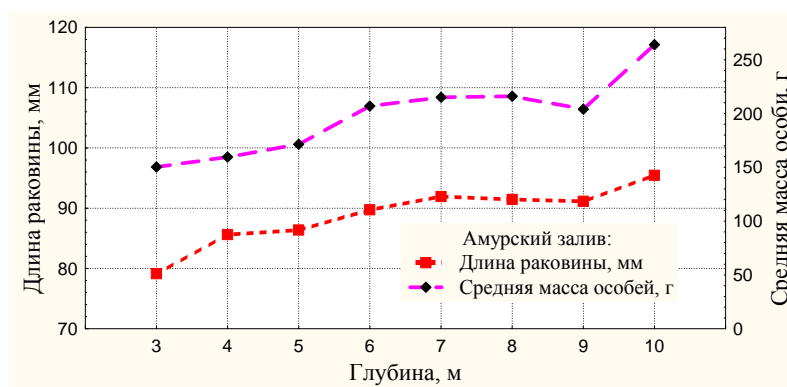


Рис. 3. Распределение длины раковины и средней массы особей по глубинам в скоплении кутовой части Амурского залива (2015 г.)

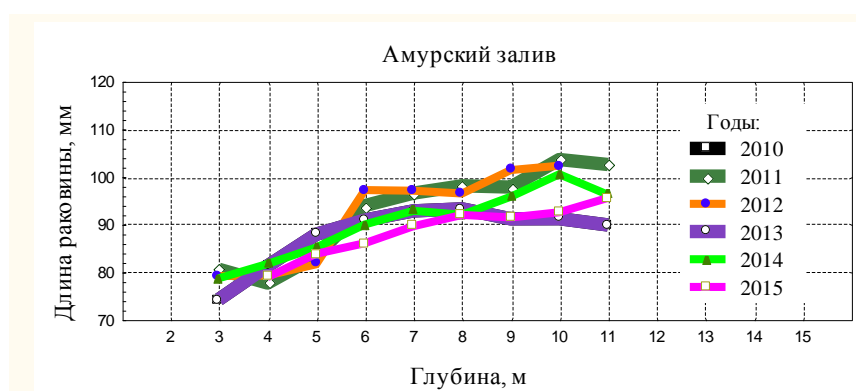


Рис. 4. Распределение длины раковины по глубинам в скоплении кутовой части Амурского залива (2010–2015 гг.)

Характер размерного состава скоплений анадары является типичным для пространственных группировок животных с изменяющейся во времени численностью. Подобная размерная структура отмечена и для ряда локальных поселений разных видов из прибрежных вод южного Приморья. В связи с селективностью драги, ячея кутца которой не превышает 30 мм и тем, что моллюск обитает на мелководье, мелкие моллюски в большинстве своем не попадают в основную выборку и не учитываются в размерном составе уловов.

Размерный состав поселения анадары кутовой части Амурского залива на протяжении ряда лет изменялся незначительно (табл. 1, рис. 5). Отмечено ежегодное снижение среднего размера особей в скоплении в исследуемый период, что в целом указывает на тенденцию некоторого «омоложения» скопления.

Таблица 1

Статистические характеристики длины раковин анадары из скопления кутовой части Амурского залива (2010–2015 гг.)

Годы	Объем выборки, экз.	Среднее значение, мм	Минимум, мм	Максимум, мм	Медиана, мм	Мода, мм	Стандартное отклонение, мм
2010	3668	94,74	29	135	96	102	15,66
2011	4322	91,07	26	134	92	98	16,78
2012	3323	88,32	30	132	87	78	16,97
2013	4690	89,79	35	138	88	80	15,79
2014	5447	88,55	35	132	90	78	14,98
2015	5468	87,90	33	137	86	82	13,80

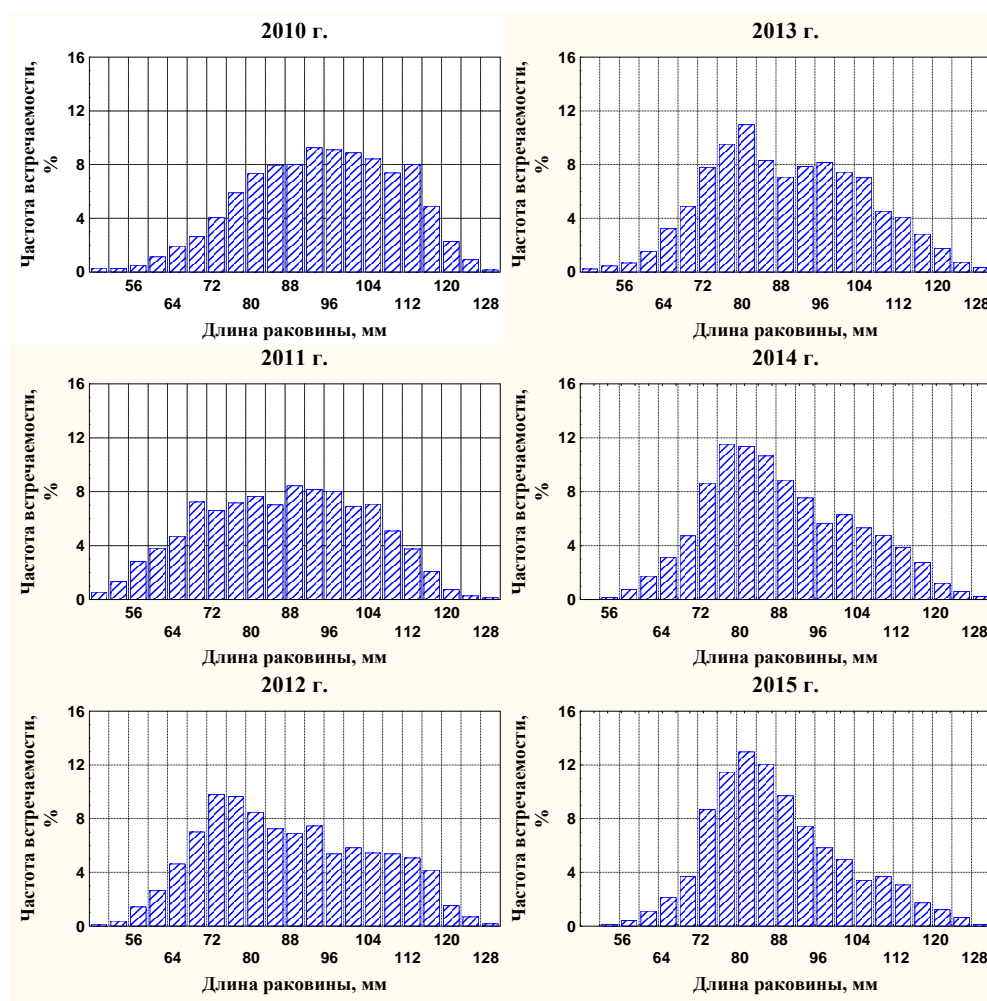


Рис. 5. Размерная структура скопления анадары ктовой части Амурского залива (2010–2015 гг.)

Из промысловой части скопления требованиям экспорта отвечают не все особи, а моллюски длиной раковины в диапазоне от 80 до 96 мм (эксплуатируемая часть скопления). В период с 2010 по 2012 гг. в размерной структуре отмечалось снижение доли промысловых моллюсков (с 83% до 72%) и в меньшей степени снижение доли моллюсков из эксплуатируемой части скопления (с 36% до 31%) (рис. 6). В период 2013–2015 гг. в динамике промысловых характеристик наблюдались незначительные колебания. Промысловая часть скопления в среднем составляла около 70% от общего числа особей. Эксплуатируемая часть скопления в этот период имела тенденцию увеличения (с 36% до 42%).

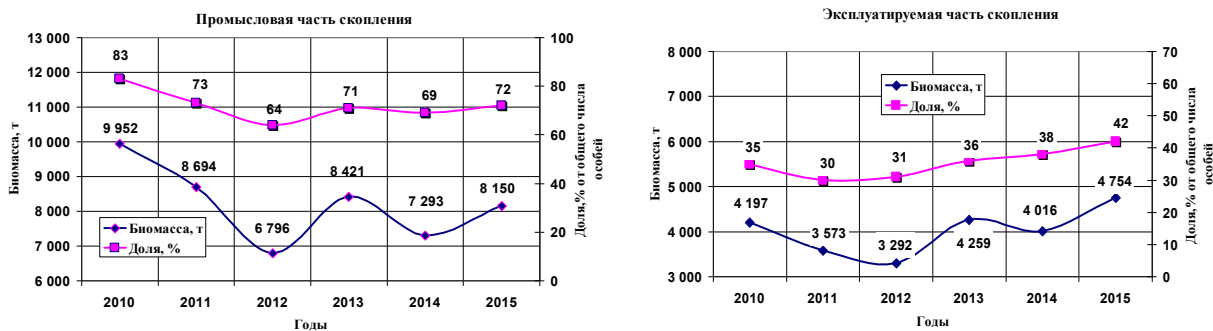


Рис. 6. Динамика промысловых характеристик скопления анадары ктовой части Амурского залива (2010–2015 гг.)

Общий запас и численность моллюсков в скоплении не претерпели существенных изменений и варьируют в небольшом диапазоне величин, что находится в пределах статистической ошибки (табл. 2).

Таблица 2

Ресурсные параметры скопления анадары кутовой части Амурского залива

Год исследования	Исследованная площадь, га	Численность, тыс. экз.	Общий запас, т
2010	15 618	59 506	11 990
2011	10 396	58 679	11 909
2012	11 810	48 415	10 618
2013	10 722	61 458	11 798
2014	12 864	62 122	10 569
2015	12 864	61 267	11 320

Межгодовая динамика состояния скопления кутовой части Амурского залива характеризуется устойчивым балансом между пополнением особей непромыслового размера, изъятием в процессе промысла эксплуатируемой части скопления и естественной элиминацией крупных особей, что не приводит к подрыву запасов моллюсков в этом районе.

Мониторинговые работы, проведенные в период 2010–2015 гг. показали, что состояние скоплений анадары относительно стабильное.

Промысел анадары в Амурском заливе ведут на протяжении 15 лет в пределах продуктивной акватории (районе лова) площадью около 100 км² на глубинах от 5 до 7 м, где сосредоточено около 80% запаса моллюсков (рис. 7).

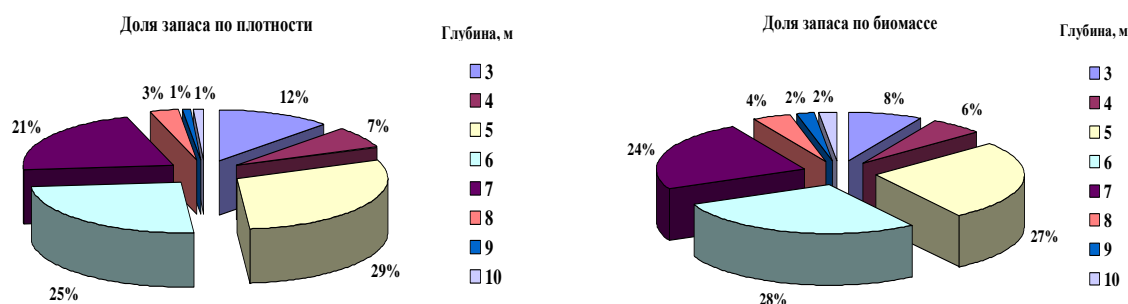


Рис. 7. Распределение запасов анадары по глубинам в скоплении кутовой части Амурского залива (2015 гг.)

Данная акватория превышает более чем в 6 раз площадь района лова в скоплении кутовой части Уссурийского залива, где она составляет менее 15 км². В связи с этим, скопление кутовой части Амурского залива без ощутимых изменений состояния может воспринимать значительно большую промысловую нагрузку, чем скопление кутовой части Уссурийского залива.

Наряду с этим следует подчеркнуть, что в условиях обитания популяции анадары у северной границы ареала происходит нерегулярное пополнение численности и прослеживается низкий темп роста особей. Поэтому при эксплуатации промыслом скопления анадары кутовой части Амурского залива, необходимо проводить ежегодный мониторинг его состояния с учетом особенностей распределения ресурсов моллюска, что дает возможность оценить динамику происходящих изменений и запасы этого ценного вида.

Литература

- 1 Седова Л.Г., Калинина М.В., Соколенко Д.А., Рачков В.И. Ресурсы и условия обитания анадары *Anadara broughtonii* в северной части Амурского залива (Японское море) // Океанология, 2012. – Т. 52, № 4. – С. 520–527.
- 2 Афейчук Л.С. Распределение и ресурсы анадары в Амурском заливе (Японское море) // Тезисы докладов X съезда Гидробиологического общества при РАН. ИБМ, 28 сентября – 2 октября 2009 г. – Владивосток: Дальнаука. – С. 22.

3 *Афейчук Л.С.* Состояние скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenk, 1867) в Амурском заливе // Материалы II Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, 22–24 мая 2012 г.). – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – С. 40–44.

4 *Афейчук Л.С.* Влияние промысла на состояние скоплений анадары в заливе Петра Великого (Японское море) // Материалы регион. науч.-практ. конф. «Экологические проблемы Дальнего Востока». – Хабаровск, 2007. – С. 5.

5 *Афейчук Л.С.* Состояние ресурсов промысловых скоплений анадары Броутона в заливе Петра Великого // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – Ч. II. – С. 12–17.

6 *Афейчук Л.С.* Современное состояние и промысловое использование скоплений анадары Броутона в заливе Петра Великого // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.практ. конф. (24–26 марта 2015 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Ч. I. – С. 21–26.

7 Методы изучения двустворчатых моллюсков. – Л: ЗИН АН СССР, 1990 – Т. 219. – 208 с.

8 *Аксютина З.М.* Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищ. пром., 1968. – 283 с.

9 *Боровиков В.П., Боровиков И.П.* STATISTICA – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1997. – 608 с.

10 *Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В.* Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства – 2003. – Т. 4, № 1 (13) – С. 157–170.

УДК [639.27.053.2:594.133](265.54.04)"2010/2015"

Л.С. Афейчук

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
Владивосток, 690091
e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru*

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ
АНАДАРЫ БРОУТОНА (*ANADARA BROUGHTONII*)
В СКОПЛЕНИИ УССУРИЙСКОГО ЗАЛИВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)
И ВЕДЕНИЕ ПРОМЫСЛА**

Приведены данные о распределении ресурсов анадары по глубинам в промысловом скоплении кутовой части Уссурийского залива. Дана межгодовая динамика размерного состава моллюсков, промысловых характеристик и ресурсных параметров скопления в период 2010–2015 гг.

Ключевые слова: *Anadara broughtonii*, промысел, скопления, Уссурийский залив, распределение, плотность, биомасса, улов, размерный состав, ресурсы.

L.S. Afeychuk

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),
Vladivostok, 690091
e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru*

**DISTRIBUTION PATTERNS FOR *ANADARA BROUGHTONII*
IN THE STOCK OF THE USSURI BAY (JAPAN SEA)
AND ITS FISHERY**

Bathymetric distribution of *Anadara broughtonii* is considered for its commercial stock in the top of the Ussuri Bay (Peter the Great Bay, northwestern Japan Sea). Year-to-year dynamics of its size composition and commercial value is presented for 2010-2015.

Key words: *Anadara broughtonii*, fishery, commercial stock, Ussuri Bay, bathymetric distribution, density, biomass, catch, size composition, marine biological resources.

Анадара Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenck, 1867) – двустворчатый зарывающийся моллюск, является ценным промысловым видом благодаря входящим в состав мягких тканей гидробионта белкам, витаминам, полисахаридам и веществам, обладающим лечебно-профилактическим эффектом.

Северная граница ареала вида проходит в Приморье по заливу Петра Великого, где промысловое значение имеют два скопления анадары, одно из которых находится в кутовой части Уссурийского залива. Основная часть выловленных моллюсков идет на экспорт.

Дражный лов моллюска в кутовой части Уссурийского залива начали в 1994 г. на продуктивной акватории площадью более 10 км². В 2001 г. было введено промышленное освоение ресурсов этого вида, сопровождающиеся ежегодным увеличением квоты вылова, в связи с чем, резко возрос пресс промысла на скопление, что негативно отразилось на его состоянии. Начиная с 2004 по 2010 гг. действовал промысловый запрет. В 2010 г. промысел анадары в кутовой части Уссурийского залива был возобновлен. Состоянию скопления и влиянию на него промысла был посвящен ряд работ [1–4].



*Анадара Броутона (Anadara broughtonii,
Schrenck, 1867)*

Целью настоящей работы является выявление особенностей распределения ресурсов анадары в скоплении кутовой части Уссурийского залива в период с 2010 по 2015 гг. и ведение промысла.

Научно-исследовательские работы в скоплении анадары кутовой части Уссурийского залива были проведены дражным способом в летне-осенние периоды 2010–2015 гг. Ежегодно в процессе учетных съемок на исследуемой акватории выполняли от 70 до 145 контрольных драгирований в диапазоне глубин от 2,5 до 12 метров на общей площади, не превышающей 40 км², и промеряли от 1280 до 2800 особей анадары.

Полученные данные обрабатывали с помощью методов математической оценки результатов наблюдений [5] пакетов программ STATISTICA 5.5 [6], Excel 2003, MapInfo Professional 7.0. Расчет численности и биомассы скоплений производили методом полигонов (Диаграммы Вороного) [7].

Многолетние исследования показали, что скопление анадары кутовой части Уссурийского залива неоднородно. Скопление распространяется от границы залегания пелитовых и мелкоалевритовых илов на глубинах от 2,5 м до глубин около 12 м (рис. 1). Зоны с повышенной концентрацией моллюсков перемежаются с более разреженными участками, что откладывает отпечаток на особенности добычи данного объекта.

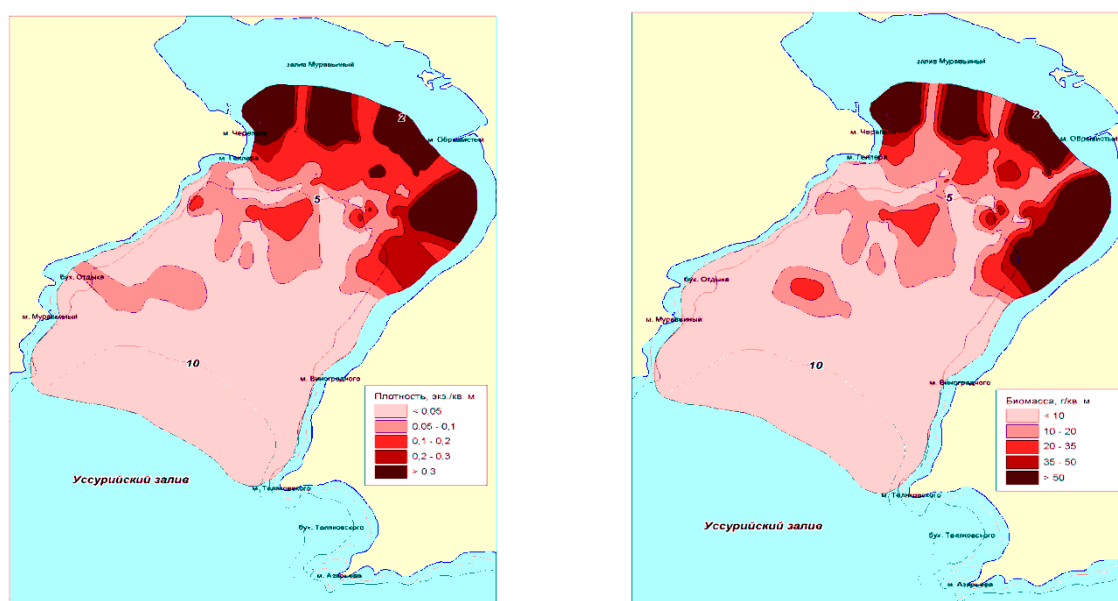


Рис. 1. Распределение анадары в кутовой части Уссурийского залива в 2015 г. (при коэффициенте уловистости драги (КУ) = 1)

Отмечено, что с увеличением глубины удельная биомасса и плотность уменьшаются, уловы также сокращаются и доходят практически до нуля на глубинах более 11 м (рис. 1, 2). При этом длина раковины и средняя масса особей в скоплении возрастают с увеличением глубины, такое явление прослеживается в межгодовой динамике (рис. 3, 4).

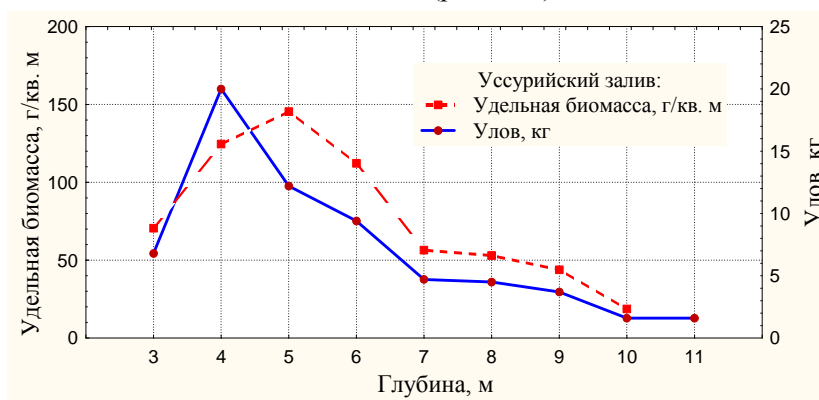


Рис. 2. Распределение удельной биомассы особей анадары и уловов на контрольное драгирование длиной 200 м по глубинам в скоплении кутовой части Уссурийского залива (2015 г.)

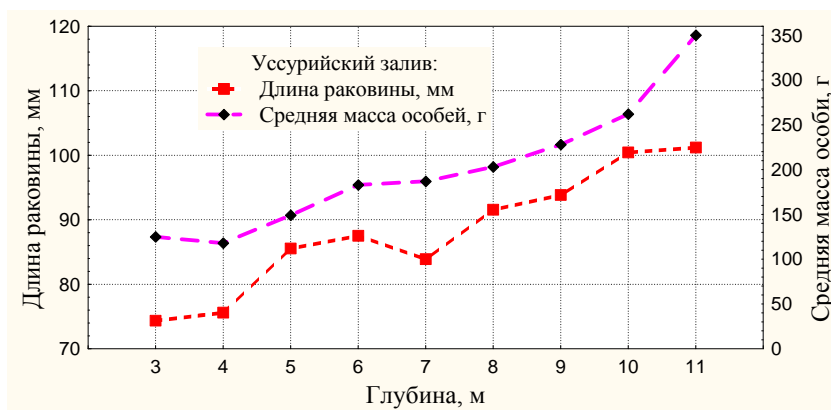


Рис. 3. Распределение длины раковины и средней массы особей по глубинам в скоплении кутовой части Уссурийского залива (2015 г.)

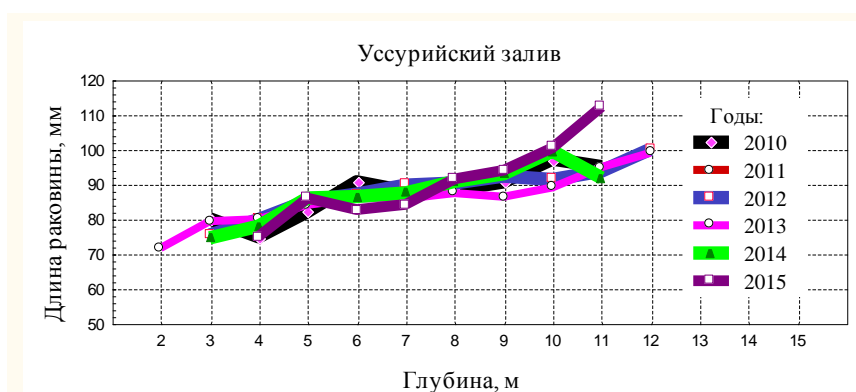


Рис. 4. Распределение длины раковины по глубинам в скоплении кутовой части Уссурийского залива (2010–2015 гг.)

Основным линейным параметром особей анадары, имеющим промысловое значение, является длина раковины, промысловый размер которой в соответствии с Правилами рыболовства для Дальневосточного бассейна принят не менее 80 мм.

Статистические характеристики длины раковины из скопления кутовой части Уссурийского залива и размерный состав, представлены в таблице 1 и на рисунке 5.

Таблица 1

Статистические характеристики длины раковин анадары из скопления кутовой части Уссурийского залива (2010–2015 гг.)

Годы	Объем выборки, экз.	Среднее значение, мм	Минимум, мм	Максимум, мм	Медиана, мм	Мода, мм	Стандартное отклонение, мм
2010	1 535	84,16	50	121	83	82	11,26
2011	2 638	81,00	50	121	80	78	11,31
2012	1 930	84,68	51	118	84	88	10,88
2013	2 542	83,92	53	128	82	82	11,07
2014	2 820	83,95	53	124	83	78	12,09
2015	1 281	83,26	28	126	80	78	12,31

Для гистограмм частотного распределения характерно нарастание от нулевого значения до максимальной величины встречаемости размерных показателей раковины и последующим снижением частот встречаемости до нуля. Молодые моллюски сосредоточены на малых глубинах и не попадают в основную выборку, по мере роста они перемещаются на большие глубины и становятся доступными для дражного лова. Снижение частот встречаемости размерных показателей раковины после достигнутого максимума обусловлено прогрессирующей элиминацией моллюсков, когда по мере увеличения размеров особей их количество в скоплении уменьшается. Идеальным случаем симметричного распределения является «нормальное» распределение Гаус-

са-Лапласа, когда совпадают по абсолютной величине среднее арифметическое значение, медиана, мода, что указывает на то, что в скоплении пополнение численности и смертность особей сбалансированы. На практике такого явления не наблюдается.

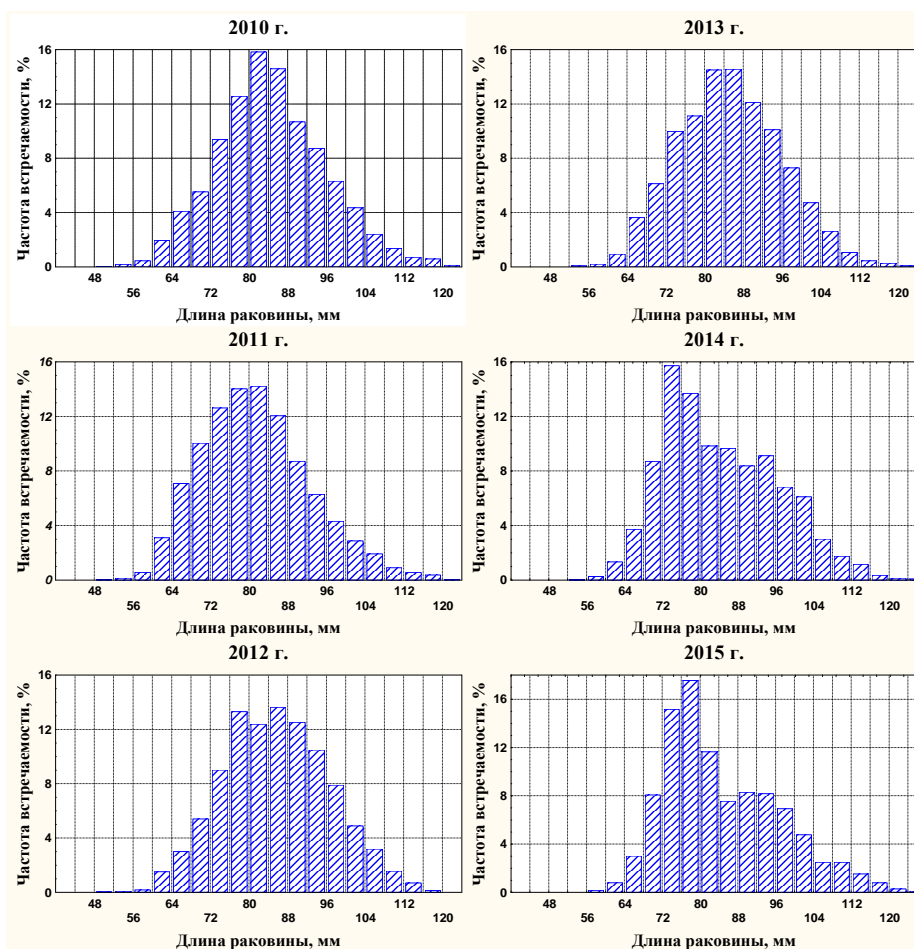


Рис. 5. Размерная структура скопления анадары кутовой части Уссурийского залива (2010–2015 гг.)

Нерациональная эксплуатация ресурсов, связанная с переловом определенных размерных групп, пользующихся повышенным коммерческим спросом, может отразиться на размерной структуре скоплений и привести к усилению асимметрии на гистограммах частот встречаемости длины раковин. Такое явление было характерно для скопления кутовой части Уссурийского залива в период наблюдения последствий воздействия интенсивной антропогенной нагрузки, когда в совокупности проявилось влияние естественной смертности и пресса лова (2002, 2003 гг.), что привело к запрету промысла в этом районе в 2004 г.

Следует отметить, что не каждый год является благоприятным для пополнения скоплений молодью анадары. Периодические флуктуации обилия молодежи характерны для пространственных группировок животных на периферии их видového ареала. В период с 2010 по 2013 гг. размерный состав скопления был относительно сбалансирован (рис. 5).

Основной пресс лова в скоплении анадары приходится на особей длиной раковины от 80 до 96 мм (вылавливаемая или эксплуатируемая часть скопления), они пользуются наибольшим спросом на международном рынке. Моллюсков более крупного размера в основном возвращают в среду обитания, реже направляют на внутренний рынок.

Общий, промысловый запасы, также как эксплуатируемая часть скопления и численность моллюсков с 2010 г. по 2012 г. сократились, в этот период прослеживается влияние возобновленного промысла. Ресурсные параметры промысловых скоплений в период 2010-2015 гг. представлены в таблице 2.

Ресурсные параметры скопления анадары кутовой части Уссурийского залива

Год исследования	Исследованная площадь, га	Численность, тыс. экз.	Общий запас, т
2010	3 978	23 127	3 469
2011	3 068	19 782	2 859
2012	3 301	12 836	2 120
2013	2 887	14 951	2 438
2014	2 944	16 703	2 795
2015	3 242	16 893	2 616

В 2014 и 2015 гг. отмечено снижение доли промысловых особей и особей из эксплуатируемой части скопления (рис. 5, 6).

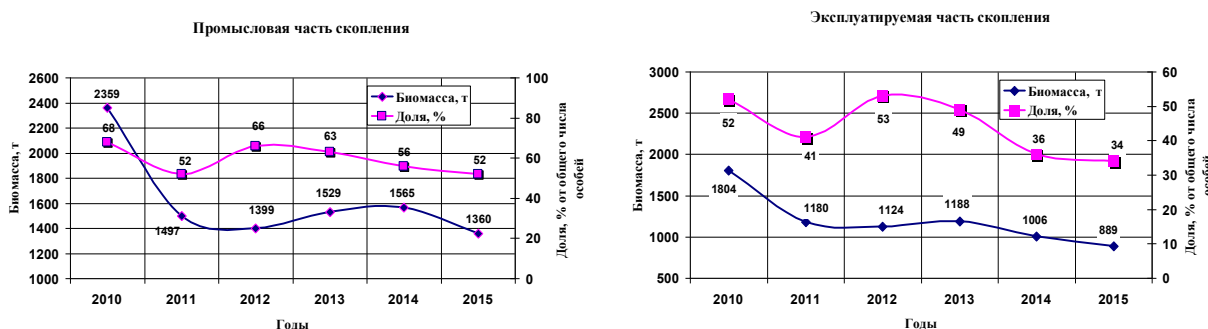


Рис. 6. Динамика промысловых характеристик скопления анадары из кутовой части Уссурийского залива (2010–2015 гг.)

Такое явление связано с воздействием промысла, в результате которого выбирают особей в основном из эксплуатируемой части скопления. Вместе с тем, общий запас остается на относительно стабильном уровне и численность моллюсков не сократилась, что обусловлено увеличением доли особей, не достигших промыслового размера, пополнением скопления молодь в связи с благоприятными экологическими условиями для размножения анадары, выживания и роста моллюсков в эти годы.

Немаловажно, что около 80% запасов анадары в скоплении приходится на глубины от 4 до 6 м (рис. 7), они сосредоточены на площади акватории кутовой части Уссурийского залива около 10 км², кроме того, здесь обитают моллюски, удовлетворяющие требованиям экспорта по качеству и своим размерным характеристикам. Соответственно, промысел моллюска последние 6 лет происходил на данной малой по площади акватории.

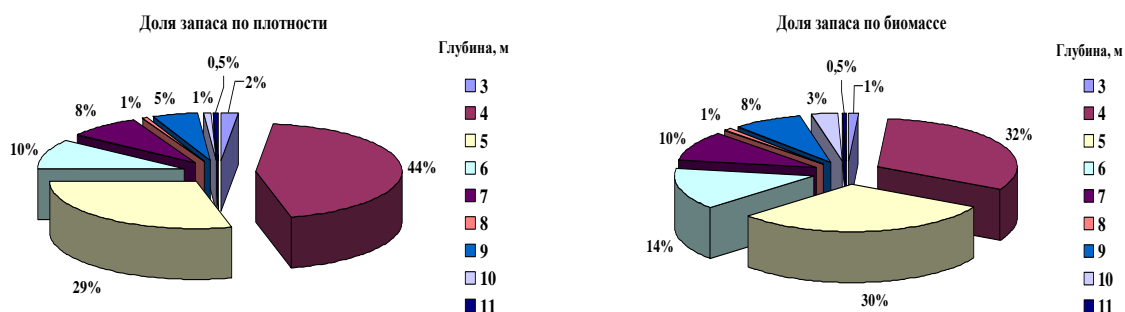


Рис. 7. Распределение запасов анадары по глубинам в скоплении кутовой части Уссурийского залива (2015 гг.)

Следует учитывать особенности распределения ресурсов анадары в скоплении и тот факт, что моллюски, обитающие на краю ареала, чувствительны к воздействию промысла. В связи с чем, в целях рационального освоения ресурсов данного вида необходимо вести мониторинг состояния скопления кутовой части Уссурийского залива и оценивать динамику происходящих в нем изменений, что дает возможность вовремя нивелировать негативные тенденции и регулировать промысловую нагрузку.

Литература

1. *Афейчук Л.С.* Состояние скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenk, 1867) в Уссурийском заливе // Материалы II Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, 22–24 мая 2012 г.). – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – С. 45–49.
2. *Седова Л.Г., Калинина М.В., Соколенко Д.А.*, Влияние запрета промысла на состояние поселения анадары в Уссурийском заливе (залив Петра Великого, Японское море). Известия ТИНРО. – Владивосток, 2009. – Т. 159. – С. 101–109.
3. *Афейчук Л.С.* Состояние ресурсов промысловых скоплений анадары Броутона в заливе Петра Великого // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25-27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – Ч. II. – С. 12–17.
4. *Афейчук Л.С.* Современное состояние и промысловое использование скоплений анадары Броутона в заливе Петра Великого // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. (24-26 марта 2015 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Ч. I. – С. 21–26.
5. Методы изучения двустворчатых моллюсков. – Л: ЗИН АН СССР, 1990 – Т. 219. – 208 с.
6. *Боровиков В.П., Боровиков И.П.* STATISTICA – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Информационно-издательский дом “Филинь”, 1997. – 608 с.
7. *Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В.* Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. – 2003. – Т. 4, № 1 (13). – С. 157–170.

УДК 553.08:66.047.3

О.А. Белавина, В.А. Швецов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ КЮВЕТЫ НА СКОРОСТЬ ПРОЦЕССА СУШКИ ПРОБ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

В статье исследовано влияние геометрической формы кюветы на скорость процесса сушки проб минерального сырья. Показано, что проба высушивается быстрее и качественнее в кювете цилиндрической формы, при этом площадь нагреваемой поверхности должна быть максимальной.

Ключевые слова: кювета, сушка проб в микроволновой печи, пробы минерального сырья.

O.A. Belavina, V.A. Shvetsov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

RESEARCHING THE INFLUENCE OF CELL GEOMETRY ON DRYING SPEED OF MINERAL MATERIAL SAMPLES

The article deals with the influence of cell geometry on drying speed of mineral material samples. The article demonstrates faster and more qualitative drying in cylinder-shaped cell, at that the area of heated surface must be maximum.

Key words: cell, drying samples in microwave oven, samples of mineral material.

Введение

Совершенствование процесса сушки проб минерального сырья является актуальной задачей [1–4]. Одним из перспективных методов является сушка проб в микроволновой печи [4–6]. В работе [5] предлагается лабораторная установка для сушки проб с помощью СВЧ-излучения, при этом пробу помещают в стеклянную кювету, предназначенную для использования в микроволновой печи. Однако стоимость таких кювет (400÷2000 руб.) высока [7], а срок эксплуатации непродолжителен. Поэтому представляет практический интерес использование более дешёвых [7] пластиковых и керамических кювет. Следует отметить, что практический интерес представляет использование в качестве кювет для сушки бытовой посуды. Для обоснования выбора геометрической формы кюветы для сушки проб минерального сырья, необходимо провести соответствующие исследования.

Цель настоящей работы: исследовать влияние геометрической формы кюветы на скорость процесса сушки проб минерального сырья.

Методика проведения экспериментов

Материал проб массой примерно 550–600 г взвешивали на весах лабораторных ВЛТК-500г-М, высушивали до постоянной массы (масса считается постоянной, если разность результатов двух последующих взвешиваний не превышает 0,05% от массы пробы [8]). При достижении постоянной массы проб материал проб считали сухим. Из материала сухой пробы отбирали навеску массой 500 г. Затем в навеску добавляли воду в количестве 10% (от массы пробы). Выбор начальной влажности в количестве 10%, обусловлен тем, что большинство геологических проб минерального сырья, поступающих в аналитические лаборатории, имеет влажность не более 10% [1].

Кроме того начальная влажность проб в диапазоне реальных [1] значений от 5 до 10% незначительно влияет на скорость сушки [9]. Измерили с помощью ртутного термометра начальную температуру пробы (20°C). Далее пробы с установленной влажностью, помещали в контейнеры различной площади сечения цилиндрической и прямоугольной формы и сушили в микроволновой печи при номинальном уровне мощности СВЧ-излучения (800 Вт) в течение заданного времени. Пробу вынимали через определённые промежутки времени из печи, измеряли температуру материала пробы с помощью термодпары ТХА и электроизмерительного прибора (мультиметра ДТ-832), охлаждали до 20°C и взвешивали (с точностью до десятых грамма) на весах лабораторных ВЛТК-500г-М. Затем определяли остаточную влажность пробы. Результаты экспериментов приведены в табл. 1–3 и на рис. 1.

Эксперименты и их обсуждение

Эксперимент № 1. Для проведения эксперимента использовали: высушенную пробу массой 500 г, воду в количестве 50 г (10% от массы пробы); кювету пластиковую (контейнер цилиндрической формы), массой 73 г. Площадь сечения кюветы 154 см². Толщина слоя пробы 3,5 см. Пробу сушили по методике [4, 9–11] в микроволновой печи (мощность печи 800 Вт). Общее время нагрева пробы, установленное по методике [4, 9–11], составило 8 минут. Начальную температуру пробы измеряли с помощью ртутного термометра (18°C), конечную температуру материала проб (97°C) измеряли с помощью термодпары ТХА и электроизмерительного прибора (мультиметра ДТ-832). После сушки и охлаждения до температуры 20°C измерили массу пробы с помощью весов лабораторных ВЛТК-500г-М. Результаты эксперимента приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Результаты эксперимента № 1

Время нагрева, (мин.)	Масса пробы, (г)	Влажность, (%)	Результат наблюдения
0	550,0	10,00	Проба однородная по гранулометрическому составу, тёмная
3	547,5	9,50	
5	506,5	1,30	Проба в центре светлая, по окружности кюветы тонкая тёмная полоса



Графики зависимостей влажности пробы, помещённой в кювету различной формы и площади сечения от времени нагрева пробы

Эксперимент № 2. Для проведения эксперимента использовали: высушенную пробу массой 500 г, воду в количестве 50 г (10% от массы пробы); кювету пластиковую (контейнер пря-

моугольной формы $22 \times 14 \times 10$), массой 86 г. Площадь сечения кюветы 308 см^2 . Толщина слоя пробы 2 см. Пробу сушили по методике [4, 9–11] в микроволновой печи (мощность печи 800 Вт). Общее время нагрева пробы, установленное по методике [4, 9–11], составило 8 минут. Начальную температуру пробы измеряли с помощью ртутного термометра (19°C), конечную температуру материала проб (99°C) измеряли с помощью термопары ТХА и электроизмерительного прибора (мультиметра ДТ-832). После сушки и охлаждения до температуры 20°C измерили массу пробы с помощью весов лабораторных ВЛТК-500г-М. Результаты эксперимента приведены в табл. 2 и на рисунке.

Таблица 2

Результаты эксперимента № 2

Время нагрева, (мин.)	Масса пробы, (г)	Влажность, (%)	Результат наблюдения
0	550,0	10,00	Проба однородная по гранулометрическому составу, тёмная
3	543,5	8,70	
5	509,5	1,90	Проба светлая, по периметру кюветы тонкая тёмная полоса, по углам проба тёмная

Эксперимент № 3. Для проведения эксперимента использовали: высушенную пробу массой 500 г, воду в количестве 50 г (10% от массы пробы); кювету пластиковую (контейнер цилиндрической формы), массой 81,5 г. Площадь сечения кюветы 283 см^2 . Величина слоя пробы 2 см. Пробу сушили по методике [4, 9–11] в микроволновой печи (мощность печи 800 Вт). Общее время нагрева пробы, установленное по методике [4, 9–11], составило 8 минут. Начальную температуру пробы измеряли с помощью ртутного термометра (17°C), конечную температуру материала проб (102°C) измеряли с помощью термопары ТХА и электроизмерительного прибора (мультиметра ДТ-832). После сушки и охлаждения до температуры 20°C измерили массу пробы с помощью весов лабораторных ВЛТК-500г-М. Результаты эксперимента приведены в табл. 3 и на рисунке.

Таблица 3

Результаты эксперимента № 3

Время нагрева, мин.	Масса пробы, г	Влажность, %	Результат наблюдения
0	550,0	10,00	Проба однородная по гранулометрическому составу, тёмная
3	545,5	9,10	
5	502,5	0,50	Проба светлая, по окружности кюветы тонкая тёмная полоса

Заключение

Из результатов экспериментов 1–3 следует, что применение кюветы цилиндрической формы обеспечивает большую скорость и высокое качество сушки.

Литература

1. Альбов М.Н. Опробование месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1965. – 239 с.
2. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003. – 243 с.
3. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений: Моногр. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
4. Белавина О.А., Швецов В.А., Адельшина Н.В., Пахомова В.В., Пахомов В.А., Белозеров П.А. Исследование влияния влажности лабораторных проб кварцевой золотосодержащей руды на операцию тонкого измельчения проб // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2014. – Т. 80, № 4. – С. 73–75.
5. Руководство по эксплуатации лабораторной установки для определения влажности сыпучих материалов ВС-1. РЭ 00.205.000 – Асбест. – 2002. – 13 с.
6. Особенности микроволновой сушки [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ingredient.su/news/40> (дата обращения 16.05.12).

7. Посуда для СВЧ. Каталог [Электронный ресурс]. – URL: http://www.mrdom.ru/catalog/index.php?SECTION_ID=42460 (дата обращения 17.06.2015).

8. ГОСТ 13170-80. Руды и концентраты цветных металлов. Метод определения влаги. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosthelp.ru/gost/gost23574.html> (дата обращения 23.03.2010).

9. *Белавина О.А., Швецов В.А., Шунькин Д.В., Адельшина Н.В., Белозёров П.А.* Исследование процесса сушки лабораторных проб кварцевых золотосодержащих руд в микроволновой печи // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – Вып. 23. – С. 9–13.

10. *Швецов В.А., Белавина О.А., Шунькин Д.В., Адельшина Н.В.* Способ сушки геологических проб золотосодержащих руд в микроволновой печи: Патент на изобретение № 2502060. Заявл. 26.04.2012 г. Заявка № 2012117470. Оpubл. 20.12.2013. Бюл. № 35.

11. *Белавина О.А., Швецов В.А., Адельшина Н.В., Пахомова В.В., Пахомов В.А.* Исследование зависимости продолжительности операции сушки геологических проб кварцевых золотосодержащих руд от начальной температуры материала пробы // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Вып. 34. – С. 6–11.

УДК 553.08:66.047.3

О.А. Белавина, В.А. Швецов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ПРОЦЕССА СУШКИ ПРОБЫ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ОТ МАТЕРИАЛА КЮВЕТЫ

В статье исследована зависимость скорости процесса сушки пробы минерального сырья по методике, разработанной авторами, помещенного в дешевые кюветы из пластика и керамики. Показано, что материал кюветы незначительно влияет на скорость процесса сушки пробы, поэтому предпочтение следует отдавать более дешевым пластиковым кюветам, позволит снизить затраты на подготовку проб минерального сырья к анализу.

Ключевые слова: кювета, сушка проб в микроволновой печи, пробы минерального сырья.

O.A. Belavina, V.A. Shvetsov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

RESEARCHING THE DEPENDENCE OF DRYING SPEED OF MINERAL MATERIAL SAMPLES ON CELL MATERIAL

The article deals with the dependence of drying speed of mineral material samples on cell material by the authors' method. By this method cells can be made of cheap plastic or ceramic. The article demonstrates insignificant influence of cell material on drying speed of samples. So cheaper plastic cells can be taken to reduce costs for preparing mineral material samples for analysis.

Key words: cell, drying samples in microwave oven, samples of mineral material

Введение

Совершенствование процесса сушки проб минерального сырья является актуальной задачей [1–4]. Одним из перспективных методов является сушка проб в микроволновой печи [4–6]. В работе [5] предлагается лабораторная установка для сушки проб с помощью СВЧ-излучения, при этом пробу помещают в стеклянную кювету, предназначенную для использования в микроволновой печи. Однако стоимость таких кювет (400÷2000 руб.) высока [7], а срок эксплуатации непродолжителен. Поэтому представляет практический интерес использование более дешевых [7] пластиковых и керамических кювет. Следует отметить, что практический интерес представляет использование в качестве кювет для сушки бытовой посуды. Для обоснования выбора материала кювет для сушки проб минерального сырья, необходимо провести соответствующие исследования.

Цель настоящей работы: исследование зависимости скорости процесса сушки пробы минерального сырья от материала кюветы.

Методика проведения экспериментов

Материал проб массой примерно 550–600 г взвешивали на весах лабораторных ВЛТК-500г-М, высушивали до постоянной массы (масса считается постоянной, если разность результатов двух последующих взвешиваний не превышает 0,05% от массы пробы [8]). При достижении постоянной массы проб материал проб считали сухим. Из материала сухой пробы отбирали навеску массой 500 г. Затем в навеску добавляли воду в количестве 10% (от массы пробы). Выбор начальной влажности в количестве 10%, обусловлен тем, что большинство геологических проб минерального сырья, поступающих в аналитические лаборатории, имеет влажность не более

10% [1]. Кроме того начальная влажность проб в диапазоне реальных [1] значений от 5 до 10% незначительно влияет на скорость сушки [9]. Измерили с помощью ртутного термометра начальную температуру пробы (20°C). Далее пробы помещали в керамическую кювету (тарелку) и пластиковые кюветы (контейнеры) различной массы и сушили в микроволновой печи при номинальном уровне мощности СВЧ-излучения (800 Вт) в течение заданного времени. Пробу вынимали через определённые промежутки времени из печи, измеряли температуру материала пробы с помощью термопары ТХА и электроизмерительного прибора (мультиметра ДТ-832), охлаждали до 20°C и взвешивали (с точностью до десятых грамма) на весах лабораторных ВЛТК-500г-М. Затем определяли остаточную влажность пробы. Результаты экспериментов приведены в табл. 1–3 и на рисунке.

Эксперименты и их обсуждение

Эксперимент № 1. Для проведения эксперимента использовали: высушенную пробу массой 500 г, воду в количестве 50 г (10% от массы пробы); кювету пластиковую (контейнер), массой 36,5 г. Пробу сушили по методике [4, 9–11] в микроволновой печи (мощность печи 800 Вт). Общее время нагрева пробы, установленное по методике [4, 9–11], составило 8 минут. Начальную температуру пробы измеряли с помощью ртутного термометра, конечную температуру материала проб измеряли с помощью термопары ТХА и электроизмерительного прибора (мультиметра ДТ-832). После сушки и охлаждения до температуры 20°C измерили массу пробы с помощью весов лабораторных ВЛТК-500г-М. Результаты эксперимента приведены в табл. 1 и на рисунке.

Таблица 1

Результаты эксперимента № 1

Время нагрева, мин.	Температура пробы, °С	Масса пробы, г	Влажность, %	Результат наблюдения
0	19	600,0	10,00	Проба однородная по гранулометрическому составу, тёмная
3	76	599,0	9,90	
5	113	503,5	0,70	Проба перегретая, неоднородная (слипшиеся комки, при разбивании пылят) светлая, по окружности кюветы тонкая тёмная полоса

Эксперимент № 2. Для проведения эксперимента использовали: высушенную пробу массой 500 г, воду в количестве 50 г (10% от массы пробы); кювету пластиковую (контейнер), массой 86 г. Пробу сушили по методике [4, 9–11] в микроволновой печи (мощность печи 800 Вт). Общее время нагрева пробы, установленное по методике [4, 9–11], составило 8 минут. Начальную температуру пробы измеряли с помощью ртутного термометра, конечную температуру материала проб измеряли с помощью термопары ТХА и электроизмерительного прибора (мультиметра ДТ-832). После сушки и охлаждения до температуры 20°C измерили массу пробы с помощью весов лабораторных ВЛТК-500г-М. Результаты эксперимента приведены в табл. 2 и на рисунке.

Таблица 2

Результаты эксперимента № 2

Время нагрева, мин.	Температура пробы, °С	Масса пробы, г	Остаточная влажность, %	Результат наблюдения
0	15	600,0	10,00	Проба однородная по гранулометрическому составу, тёмная
3	89	597,5	9,75	
5	95	515,0	3,00	Проба светлая, по окружности кюветы тонкая тёмная полоса

Эксперимент № 3. Для проведения эксперимента использовали: высушенную пробу массой 500 г, воду в количестве 50 г (10% от массы пробы); кювету керамическую (тарелку), массой 248 г. Пробу сушили по методике [4, 9–11] в микроволновой печи (мощность печи 800 Вт). Общее время нагрева пробы, установленное по методике [4, 9–11], составило 8 минут. Начальную

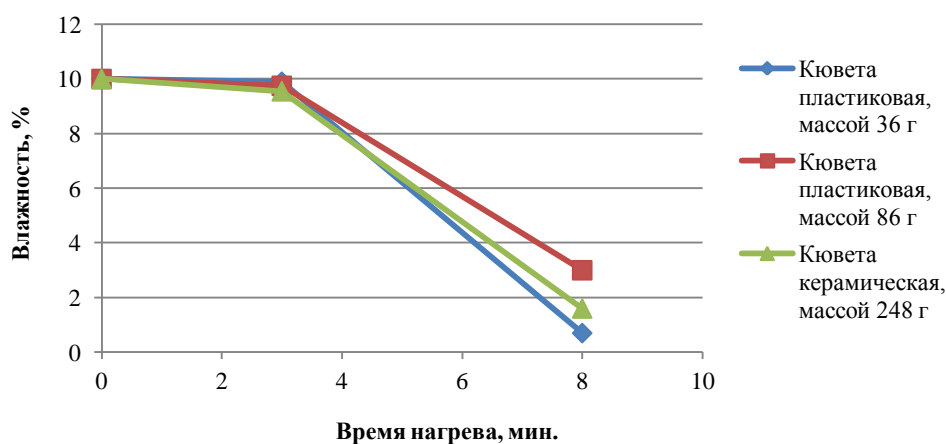
температуру пробы измеряли с помощью ртутного термометра, конечную температуру материала проб измеряли с помощью термопары ТХА и электроизмерительного прибора (мультиметра ДТ-832). После сушки и охлаждения до температуры 20°C измерили массу пробы с помощью весов лабораторных ВЛТК-500г-М. Результаты эксперимента приведены в табл. 3 и на рисунке.

Таблица 3

Результаты эксперимента № 3

Время нагрева, мин.	Температура пробы, °С	Масса пробы, г	Влажность, %	Результат наблюдения
0	15	600,0	10,00	Проба однородная по гранулометрическому составу, тёмная
3	96	595,5	9,55	
5	110	508,0	1,60	Проба светлая, по окружности кюветы тонкая тёмная полоса

Зависимость влажности пробы, помещённой в кювету из пластика и керамики от времени нагрева пробы



Графики зависимостей влажности пробы, помещённой в кювету из пластика и керамики, от времени нагрева пробы

Заключение

Из результатов экспериментов 1–3 следует, что влияние материала кюветы, на скорость процесса сушки незначительное, поэтому предпочтение следует отдавать более дешевым пластиковым кюветам.

Литература

1. Альбов М.Н. Опробование месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1965.–239 с.
2. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003. – 243 с.
3. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений: Моногр. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
4. Белавина О.А., Швецов В.А., Адельшина Н.В., Пахомова В.В., Пахомов В.А., Белозеров П.А. Исследование влияния влажности лабораторных проб кварцевой золотосодержащей руды на операцию тонкого измельчения проб // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2014. – Т. 80, № 4. – С. 73–75.
5. Руководство по эксплуатации лабораторной установки для определения влажности сыпучих материалов ВС-1. РЭ 00.205.000 – Асбест. – 2002. – 13 с.
6. Особенности микроволновой сушки [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ingredient.su/news/40> (дата обращения 16.05.12).
7. Посуда для СВЧ. Каталог [Электронный ресурс]. – URL: http://www.mrdom.ru/catalog/index.php?SECTION_ID=42460 (дата обращения 17.06.2015).

8. ГОСТ 13170-80. Руды и концентраты цветных металлов. Метод определения влаги. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosthelp.ru/gost/gost23574.html> (дата обращения 23.03.2010).

9. *Белавина О.А., Швецов В.А., Шунькин Д.В., Адельшина Н.В., Белозёров П.А.* Исследование процесса сушки лабораторных проб кварцевых золотосодержащих руд в микроволновой печи // *Вестник КамчатГТУ*. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – Вып. 23. – С. 9–13.

10. *Швецов В.А., Белавина О.А., Шунькин Д.В., Адельшина Н.В.* Способ сушки геологических проб золотосодержащих руд в микроволновой печи: Патент на изобретение № 2502060. Заявл. 26.04.2012 г. Заявка № 2012117470. Оpubл. 20.12.2013. Бюл. № 35.

11. *Белавина О.А., Швецов В.А., Адельшина Н.В., Пахомова В.В., Пахомов В.А.* Исследование зависимости продолжительности операции сушки геологических проб кварцевых золотосодержащих руд от начальной температуры материала пробы // *Вестник КамчатГТУ*. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Вып. 34. – С. 6–11.

УДК 553.411.08:66.022.54

О.А. Белавина, В.А. Швецов

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ГРУППОВЫХ ПРОБ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

В статье показано, что эффективным методом контроля результатов анализа золотосодержащих руд является использование групповых проб, перемешивать которые рекомендуется с помощью устройства, разработанного авторами. Это позволяет повысить экспрессность операции перемешивания способом просеивания проб в 6 раз, за счет исключения операции ручной очистки сит с помощью мягкой кисти.

Ключевые слова: золотосодержащие руды, перемешивание, групповые пробы, способ просеивания, устройство для перемешивания

O.A. Belavina, V.A. Shvetsov

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

DEVELOPMENT OF DEVICE FOR BULK SAMPLE MIXING OF GOLD-CONTAINING ORES

The article shows that using bulk samples is an effective method to control gold-containing ore analysis results. They are recommended to mix using the device developed by the authors. It allows raising the speed of operation by 6 times. It is achieved by excluding the operation of hand cleaning of sieves using a softener.

Key words: gold-containing ores, mixing, bulk samples, sifting method, stirrer.

Разведка и эксплуатация золоторудных месторождений является приоритетным направлением экономики Камчатского края. При этом актуальной проблемой является совершенствование методов контроля результатов анализа золотосодержащих проб [1].

В работах [1–3] в качестве эффективного метода контроля результатов анализа предложено использовать групповые пробы. При этом становится актуальным вопрос о способе перемешивания таких проб. В работе [4] приведен обзор механических устройств, перемешивающих порошкообразные материалы, и рекомендуется использовать механическое перемешивание вместо ручного перемешивания. В работе [5] сравнивается эффективность операций перемешивания опробуемых материалов как ручным, так и механическим способом. При этом автор рекомендует использовать для перемешивания проб механический барабанный смеситель, снабженный сеткой с отверстиями 0,21 мм. Однако использование этого устройства в практике (в Центральной лаборатории ОАО «Камчатгеология») показало, что данный способ перемешивания не пригоден для рутинного анализа, вследствие его низкой экспрессности, т. к. на очистку устройства от остатков материала перемешанной пробы уходит много времени (10–15 мин.). Поэтому в НД [6] в качестве способа перемешивания рекомендуется использовать способы ручного перемешивания: способ перекачивания на листе кальки или на клеенке и способ кольца-конуса. При использовании способа перекачивания, получившего наибольшее распространение в аналитических лабораториях, устраняется операция очистки оборудования от остатков материала перемешанной пробы, что повышает экспрессность пробоподготовки. Однако как показали исследования, выполненные авторами [7, 8] применение этого способа имеет ограничения, способ перекачивания целесообразно применять только для перемешивания проб с содержанием редких частиц [8]

в количестве от 0,5 до 2%. При более низких содержаниях – данный способ не обеспечивает качественного перемешивания. Кроме того операция перемешивания способом перекачивания материала пробы на листе кальки или на клеенке является монотонной и поэтому утомительной работой. В работах [9, 10] для перемешивания порошкообразных материалов рекомендуется смешивать вещества способом четырехкратного просеивания через сито. В этом случае операцию перемешивания порошкообразных материалов можно механизировать с помощью устройства для механического отсева порошкообразных материалов (лабораторного ситового анализатора модели 71⁶ ГР или лабораторного рассеивателя типа УМЗ-1) [11]. Следует отметить, что при соблюдении установленных НД [6] требований по крупности частиц материала проб минус 0,071 мм, размер отверстий сита должен находиться в интервале значений 0,14÷0,21 мм, что соответствует рекомендациям [5]. Однако использование сит с такими диаметрами отверстий возникает следующая проблема – отверстия сит забиваются материалом пробы и просеивание приходится проводить с помощью мягкой кисти [6], что снижает экспрессность операции и повышает ее трудоемкость.

Выполненные авторами исследования позволили разработать устройство [12] для перемешивания групповых проб золотосодержащих руд способом просеивания, позволяющее исключить операцию ручной очистки сит с помощью мягкой кисти и повысить экспрессность операции перемешивания проб в 6 раз.

Литература

1. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
2. Швецов В.А., Пахомова В.В., Адельшина Н.В., Белавина О.А. Совершенствование оперативного контроля внутрилабораторной прецизионности результатов пробирного анализа геологических проб золотосодержащих руд // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2009. – Т. 75, № 12. – С. 63–65.
3. Пахомова В.В., Швецов В.А., Адельшина Н.В., Белавина О.А. Алгоритм оперативного контроля внутрилабораторной прецизионности результатов определения золота атомно-эмиссионным методом в геологических пробах золотосодержащих руд первой группы // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – Т. 78, № 12. – С. 73–74.
4. Кузнецов Ю.Н., Стахеев Ю.И. Механизация и автоматизация операций эмиссионного спектрального анализа порошков (обзор) // Заводская лаборатория. – 1969. – Т. 35, № 4. – С. 438.
5. Романов Н.Р. Сравнение эффективности операций перемешивания опробуемых материалов // Заводская лаборатория. – 1965. – Т. 31, № 10. – С. 1231–1234.
6. ОСТ 41-08-249-85. Управление качеством аналитической работы. Подготовка проб и организация выполнения количественного анализа в лабораториях Мингео СССР. Общие требования – М.: ВИМС, 1985. – 32 с.
7. Белавина О.А., Швецов В.А., Пахомова В.В., Шунькин Д.В. К вопросу о перемешивании лабораторных проб золотосодержащих руд первой группы способом перекачивания // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 17. – С. 16–21.
8. Белавина О.А., Швецов В.А., Пахомова В.В., Шунькин Д.В. Разработка новых методик контроля качества операции перемешивания тонкоизмельченных проб минерального сырья // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 19–23.
9. ГОСТ 23148-98. Порошки, применяемые в порошковой металлургии. Отбор проб [Электронный ресурс]. – URL: http://tehnorma.ru/gosttext/gost/gost_3642.htm (дата обращения 09.04.2013).
10. Смешивание веществ. Просеивание [Электронный ресурс]. – URL: [xumich.ucoz.ru>publ/domashnjaja...smeshivanie...8-1...35](http://xumich.ucoz.ru/publ/domashnjaja...smeshivanie...8-1...35) (дата обращения 09.04.2013).
11. Пробоотбирание и анализ благородных металлов. Справочник / Под ред. И.Ф. Барышникова. 2-е изд. – М.: Металлургия, 1978. – С. 108.
12. Пат. 141243 Российская Федерация, U1 МПК В01F 11/00 (2006.01). Смеситель порошкообразных материалов. / Белавина О.А., Швецов В.А., Пахомова В.В., Пахомов В.А. / заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). – № 2013143250/05; заявл. 24.09.2013. опубл. 27.05.2014, бюл. № 15.

УДК 502.171

И.А. Ильченко

*Таганрогский институт управления и экономики,
Таганрог, 347900
e-mail: i.ilchenko@tmei.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Показано применение метода анализа иерархий для прогнозирования результативности природоохранных мероприятий, проводимых для улучшения состояния городской окружающей среды. Проведен сравнительный анализ результатов прогнозирования на основе балльных оценок и на основе количественных результатов когнитивного моделирования. Установлено, что в условиях антропогенного химического загрязнения городской среды наибольший эффект будет иметь сочетание нескольких природоохранных мероприятий. Выполнено ранжирование природоохранных программ по степени их результативности, и даны рекомендации относительно использования конкретных программ в зависимости от возможных объемов финансирования.

Ключевые слова: экологическое прогнозирование, состояние природной среды, метод анализа иерархий, природоохранные мероприятия .

I.A. Ichenko

*Taganrog Institute of Management and Economy,
Taganrog, 347900
e-mail: i.ilchenko@tmei.ru*

ECOLOGICAL FORECASTING AND ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL MEASURE PRODUCTIVITY

The application of hierarchy analysis technique for forecasting the productivity of environmental protection measures to improve urban environment is shown. Comparative analysis of forecasting results on the basis of mark estimates and quantitative results of cognitive modeling is conducted. It has been found that under anthropogenic chemical pollution conditions of urban environment a combination of several environmental measures has the greatest effect. The ranking of environmental programs in terms of their effectiveness is performed. Recommendations regarding the use of specific programs depending on potential financing are given.

Key words: ecological forecasting, state of environment, hierarchy analysis technique, environmental protection measures.

Для поддержания благоприятных условий окружающей среды необходимо располагать информацией о тенденциях изменения ее состояния под воздействием различных природных и антропогенных факторов, что обуславливает необходимость проведения специальных исследований в данной области. В настоящее время к экологическому прогнозированию относят исследование качественного и количественного характера, которое проводится для установления тенденций развития состояния окружающей среды и ее отдельных биотических и абиотических компонентов, состояния природно-ресурсного потенциала, для выяснения вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, обусловленных природными или антропогенными факторами [1–3]. Особенность экологического прогноза заключается в необходимости учета сложного строения природных и искусственных экосистем, наличия буферных свойств у экосистем и др. экологических объектов, которые выражаются в том, что они способны сохранять стабильность некоторое время под воздействием определенного фактора и могут противостоять ему благодаря механизмам отрицательной обратной связи [4]. Кроме того, для составления такого прогноза специалист не всегда имеет в своем распоряжении достаточный объем объективной количест-

венной информации. По особенностям разработки такой прогноз всегда является поисковым, т.к. направлен на определение будущих значений тех или иных параметров компонентов окружающей среды, исходя из характеристик состояния объекта на момент составления прогноза. Результаты экологического прогнозирования могут использоваться для принятия управленческих решений в сфере природопользования и охраны природы.

Для подготовки экологического прогноза наиболее перспективны два методологических подхода [1]. Первый подход опирается на результаты математического моделирования изучаемой системы, а второй – на результаты статистической обработки данных экологического мониторинга или наблюдений за динамикой изменения системы. В связи с этим разработка методики выполнения экологического прогноза, опирающейся на результаты сценарного моделирования поведения изучаемой экосистемы и методы системного анализа, является актуальной.

Цель данной работы заключалась в разработке методики экологического прогноза состояния городской экосистемы для анализа результативности природоохранных мероприятий на основе методологии системного анализа. Задачами работы являлись: 1) изучение результатов когнитивного моделирования поведения параметров урбозекосистемы в химического загрязнения и выделении ключевого индикатора ее состояния; 2) поиск инструмента системного анализа для анализа сценарного моделирования; 3) апробация предложенной методики для анализа возможных управленческих решений по обеспечению благоприятной среды обитания. Объектом исследования являлась экосистема г. Таганрога и характеристики ее компонентов, предметом исследования – степень влияния природоохранных мероприятий на состояние компонентов изучаемой урбозекосистемы.

Для изучения влияния природоохранных мероприятий на состояние природной среды г. Таганрога ранее было проведено когнитивное моделирование различных сценариев [4, 5]. Модель включала 6 вершин: v_1 – уровень загрязнения воздуха, v_2 – здоровье городского населения, v_3 – состояние растительности, v_4 – загрязнение почв, v_5 – загрязнение грунтовых вод, v_6 – загрязнение подземных вод. Особенностью водообеспечения города является использование артезианских скважин, расположенных в центральной части города и подвергающихся серьезной экологической нагрузке вследствие отсутствия в жилых массивах этой части города канализационной сети. Были промоделировано 5 сценариев, в ходе которых наблюдалось поведение величин следующих контролируемых параметров – уровня загрязнения воздуха, уровня здоровья населения, состояния растительности и уровня загрязнения почв. Результаты сценарного моделирования приведены в табл. 1, где q_1 – величина импульса, вносимого в вершину v_1 , q_3 – величина импульса, вносимого в вершину v_3 , q_6 – величина импульса, вносимого в вершину v_6 .

Таблица 1

Результаты сценарного моделирования

№ п/п	Контролируемые параметры	Величины амплитуд стабилизации контролируемых параметров				
		Сценарий контрольный ($q_1 = +0,1$)	Сценарий 1 ($q_1 = +0,1$)	Сценарий 2 ($q_1 = +0,1$; $q_3 = +0,1$)	Сценарий 3 ($q_1 = +0,1$; $q_3 = +0,1$; $q_6 = -0,1$)	Сценарий 4 ($q_1 = -0,1$; $q_3 = +0,1$; $q_6 = -0,1$)
1.	Загрязнение воздуха	0,132	-0,132	0,103	0,103	-0,164
2.	Здоровье населения	-0,057	0,057	-0,051	-0,024	0,079
3.	Состояние растительности	-0,068	0,068	0,052	0,052	0,178
4.	Загрязнение почв	0,099	-0,099	0,066	0,066	-0,133

В качестве главного индикатора, характеризующего степень благоприятности среды обитания, было выбрано здоровье населения, поэтому полученные результаты сравнивались друг с другом на основании данного критерия. Анализ табл. 1 показывает, что наилучшие результаты следует ожидать при одновременном использовании трех природоохранных мероприятий (сценарий 4) – защиты воздуха от загрязнения ($q_1 = -0,1$), проведения озеленения ($q_3 = +0,1$) и очистки вод перед подачей их в распределительную водопроводную сеть ($q_6 = -0,1$). Менее эффективны сценарии 1, 2 и 3, предполагающие проведение одного и двух природоохранных мероприятий соответственно.

Для выбора оптимальной программы действий по улучшению условий городской окружающей среды были изучены результаты сценарного моделирования с помощью метода анализа

иерархий. Поскольку сценарий 1 моделирует загрязнение атмосферного воздуха без проведения природозащитных мероприятий, он был выбран в качестве контрольного сценария для сравнения результативности проектируемых мероприятий. Для этого были рассчитаны величины абсолютных отклонений для итоговых значений индикатора степени благоприятности среды обитания в сценариях № 1–4 от его значения в контрольном сценарии, которые оказались соответственно равны 0,114 для 1-го сценария, 0,006 для 2-го сценария, 0,081 для 3-го сценария и 0,136 для 4-го сценария. Результатам сценариев № 1-4 были присвоены следующие балльные оценки по 9-балльной шкале относительной важности Т. Саати [6] пропорционально величинам абсолютных отклонений индикатора: 1-й сценарий – 7 баллов, 2-й сценарий – 1 балл, 3-й сценарий – 5 баллов, 4-й сценарий – 9 баллов. В данном случае 1 балл соответствует незначительному преобладанию величины индикатора над его величиной в контрольном сценарии (равная важность), 3 балла характеризуют небольшое преобладание величины индикатора над контрольным значением (умеренное превосходство); 5 баллов – существенное преобладание величины индикатора (существенное превосходство); 7 баллов – весьма значительное преобладание (значительное превосходство); 9 баллов – очень сильное (абсолютное) превосходство. В табл. 2 приведены результаты парных сравнений сценариев для улучшения состояния среды обитания на основе балльных оценок, из которой следует, что минимальный суммарный балл (2,444444444) и максимальную нормализованную оценку вектора приоритетов (0,409091) получил сценарий 4, поэтому в соответствии с критериями Т. Саати [6, 7] он является самым результативным. Следовательно, ранжирование этих сценариев по их результативности дает такую последовательность: на первом месте – 4-й сценарий, на втором месте – 1-й сценарий, на третьем месте – 3-й сценарий, на четвертом месте – 2-й сценарий. Поскольку проведение одновременно трех природоохраняющих мероприятий является весьма затратным (сценарий 4), а добиться повсеместного установления технических средств очистки выбросов в атмосферу от стационарных и передвижных источников довольно трудно (сценарий 1), то в связи с этим далее были попарно сравнены 2-й и 3-й сценарии. Оказалось, что и здесь предпочтение следует отдать 3-му сценарию, у которого суммарный балл снова был ниже, а нормированное значение вектора приоритетов выше, чем во втором сценарии (1,6 против 2,66666667 и 0,625 против 0,375 соответственно).

Таблица 2

Матрица парных сравнений сценариев для улучшения состояния среды обитания на основе балльных оценок

	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4	Вектор приоритетов	Нормализованные оценки вектора приоритетов
Сценарий 1	1	7	1,4	0,777777778	1,66157673	0,318182
Сценарий 2	0,142857143	1	0,2	0,111111111	0,2373681	0,045455
Сценарий 3	0,714285714	5	1	0,555555556	1,18684052	0,227273
Сценарий 4	1,285714286	9	1,8	1	2,13631294	0,409091
Итого	3,142857143	22	4,4	2,444444444	5,2220983	1

На основе величин абсолютных отклонений итоговых значений индикатора в сценариях № 1-4 от его значения в контрольном сценарии была построена вторая матрица парных сравнений (табл. 3), чтобы подтвердить или опровергнуть результаты сравнения сценариев на основе балльных оценок. Анализ итоговых данных табл. 3 свидетельствует о не расхождении результатов парных сравнений на основе количественных и балльных оценок. Так, минимальный суммарный балл и максимальная нормализованная оценка для вектора приоритетов оказались у 4-го сценария (2,477941176 и 0,403561 соответственно), а максимальный суммарный балл и минимальная нормализованная оценка для вектора приоритетов – у 2-го сценария (56,16666667 и 0,017804 соответственно), т. е. результат ранжирования не изменился. Аналогично и сравнение 2-го и 3-го сценариев снова показало преимущество третьего сценария перед вторым (1,222222222 против 5,5 и 0,81818182 против 0,18181818 соответственно).

По величине финансовых и материальных затрат можно дать следующую оценку изучаемым сценариям: 1-й сценарий – 5 баллов, 2-й сценарий – 2 балла, 3-й сценарий – 7 баллов, 4-й сценарий – 9 баллов. Анализ матрицы парных сравнений по данному критерию дает такую иерархию

сценариев: 1) 4-й сценарий (самый капиталоемкий); 2) 3-й сценарий; 3) 1-й сценарий; 4) 2-й сценарий (наименее капиталоемкий). Тогда с точки зрения возможности реализации при недостаточном финансировании ранги сценариев будут противоположны последовательности затрат на них: 1) 2-й сценарий (дополнительное озеленение городской территории); 2) 1-й сценарий (защита воздушного бассейна от загрязнения); 3) 3-й сценарий (очистка подземных вод перед подачей в городскую водопроводную сеть и дополнительное озеленение городской территории); 4) 4-й сценарий (сочетание мероприятий по защите воздушного бассейна от загрязнения, по улучшению состояния растительности (озеленение) и очистке подземных вод перед подачей в городскую водопроводную сеть). Только 3-й сценарий сохранил свое ранговое место в обеих итоговых иерархиях

Таблица 3

Матрица парных сравнений сценариев улучшения состояния среды обитания на основе результатов моделирования

	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4	Вектор приоритетов	Нормализованные оценки вектора приоритетов
Сценарий 1	1	19	1,407407407	0,838235294	2,17587952	0,338279
Сценарий 2	0,052631579	1	0,074074074	0,044117647	0,11451998	0,017804
Сценарий 3	0,710526316	13,5	1	0,595588235	1,54601966	0,240356
Сценарий 4	1,192982456	22,66666667	1,679012346	1	2,59578609	0,403561
Итого	2,956140351	56,16666667	4,160493827	2,477941176	6,43220524	1

Проведенные исследования позволяют сделать заключение о целесообразности использования результатов когнитивного моделирования поведения урбоэкосистемы в условиях антропогенного загрязнения и метода анализа иерархий для экологического прогнозирования ее состояния и выбора оптимальных вариантов природоохранных программ. Можно рекомендовать следующие процедуры для выполнения прогноза: 1) сбор данных экологического и социально-гигиенического мониторинга о состоянии компонентов урбоэкосистемы; 2) разработка когнитивной модели; 3) проведение сценарного моделирования и обработка его результатов; 4) выбор контрольного индикатора степени благоприятности среды обитания; 5) построение матрицы парных сравнений по результатам моделирования и ее анализ (на базе изменения значений контрольного индикатора); 6) проведение балльной оценки результатов моделирования по шкале относительной важности методом опроса экспертов; 7) построение матрицы парных сравнений по результатам балльной оценки и ее анализ; 8) сравнение результатов по обеим матрицам; 9) формулировка итогового прогноза.

Таким образом, для подготовки экологического прогноза состояния городской экосистемы можно использовать предлагаемую методику, сочетающую проведение когнитивного моделирования поведения урбоэкосистемы в условиях химического загрязнения и метода анализа иерархий, и использовать результаты полученного прогноза для обоснования выбора оптимального варианта природоохранной программы в конкретных экологических и экономических условиях. Поскольку в данной работе балльные оценки выставлялись в соотношении с результатами моделирования, то наблюдалась корреляция результатов парных сравнений в построенных матрицах. Для изучаемой экосистемы были получены следующие результаты ранжирования программ по улучшению состояния городской окружающей среды на основе критерия «здоровье населения» в условиях антропогенного загрязнения: 1) сочетание мероприятий по защите воздушного бассейна от загрязнения, по улучшению состояния растительности (озеленение) и очистке подземных вод перед подачей в городскую водопроводную сеть; 2) защита воздушного бассейна от загрязнения; 3) очистка подземных вод перед подачей в городскую водопроводную сеть и дополнительное озеленение городской территории; 4) дополнительное озеленение городской территории.

Литература

1. Розенберг Г.С., Шитиков В.К., Брусиловский П.М. Экологическое прогнозирование (Функциональные предикторы временных рядов). – Тольятти: Институт экологии Волжского бассейна РАН, 1994. – 182 с.

2. Булгаков Н.Г., Максимов В.Н., Левич А.П., Юзбеков А.К., Рисник Д.В. Экологический прогноз изменения состояния водных экосистем // Успехи современной биологии. – 2010. –Т. 130, № 5. – С. 435–445.

3. Кравцова М.В. Оценка техногенного риска технически сложных производственных объектов машиностроения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1-3. – С. 877–884.

4. Ильченко И.А. Управление качеством окружающей среды при химическом загрязнении. – Таганрог: Изд-во ТИУиЭ, 2004. – 188 с.

5. Ильченко И.А. Когнитивное моделирование процессов химического загрязнения городской среды обитания в нединамических условиях // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2008. – № 3. – С. 81–84.

6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

7. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 360 с.

УДК [911.52:383.483.11](574.1)

Г.Т. Кубесова

*Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова,
Казахстан, Актюбе, 000030
e-mail: gulnar_k1@mail.ru*

РЕКРЕАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

В статье рассмотрены вопросы рекреационной оценки ландшафтов. Представлены результаты районирования территории Западного Казахстана по туристской аттрактивности природных ландшафтов. В западной части Республики Казахстан выделены районы первоочередного освоения в туристской сфере.

Ключевые слова: рекреация, туризм, территориальная рекреационная система, туристская аттрактивность, природные рекреационные ресурсы.

G.T. Kubesova

*K. Zhubanov Aktobe Regional State University,
Kazakhstan, Aktobe, 030000
Email: gulnar_k1@mail.ru*

RECREATIONAL ASSESSMENT OF WESTERN KAZAKHSTAN LANDSCAPES

The article deals with recreational landscape assessment. The results of Western Kazakhstan zoning according to natural landscape attractiveness are presented. Priority development areas from the perspective of tourism in Western Kazakhstan are distinguished.

Key words: recreation, tourism, territorial recreational system, tourist attractiveness, natural recreational resources.

Важнейшей задачей географии туризма является выявление всех ресурсов рекреации и туризма, способных обеспечить необходимый комплекс занятий, и обоснование целесообразной функциональной направленности рекреационного использования территории. Известно, что оценивание в рекреационной географии представляет сложный процесс взаимосвязей между подсистемами и элементами территориальной рекреационной системы (ТРС), в частности, между подсистемами «природный комплекс» и «группа отдыхающих». Каждое рекреационное занятие и каждая категория отдыхающих предъявляют свои требования к природным комплексам и сфере обслуживания. Поэтому при определении задач исследования необходимо указать объект и субъект оценки, составляющий первый этап оценивания. Объектом оценки чаще выступают природные комплексы определенного ранга, субъектом – отдыхающие. Согласно «Теоретическим основам рекреационной географии» выявление перечня показателей, учитываемых при оценке, и, наконец, разработка оценочных шкал для отдельных показателей, составляют последующие этапы оценивания [1].

При туристско-рекреационном районировании первостепенную роль играет природная среда. Однако туристско-рекреационные районы могут формироваться и на основании природных ресурсов, катастрофически неблагоприятных для развития отдыха и туризма, как, например, на отдельных участках территории Западного Казахстана (юг, юго-восток). Например, туристский центр мирового значения – Лас-Вегас, расположен в пустыне Невада. Возникновение

и развитие его можно объяснить тем, что задачи освоения территории, безусловно, доминировали при определении функции района [2, С. 112–113]. Следовательно, формирование центров и районов развития рекреации и туризма во многом определяется туристско-рекреационными потребностями территорий.

Основным направлением рекреационной оценки природных комплексов, учитывающим психологический, физиологический и технологический аспекты, как ранее указывалась, является метод бонитировки.

Автором наряду с выявлением и характеристикой природных компонентов Западного Казахстана для целей развития рекреации и туризма, было проведено районирование данной территории по степени туристской аттрактивности природных ландшафтов методом бонитировки.

Оценка природных комплексов в разрезе административных областей Западного Казахстана для организации отдыха и туризма осуществлена на основе Ландшафтной карты Казахской ССР (1979), по административным районам областей Западного Казахстана [3]. Выбор административных единиц региона считается более целесообразным для дальнейшего планирования и туристского освоения. В процессе оценки видов ландшафта каждому из ландшафтообразующих факторов, исходя из наличия необходимых рекреационных свойств, присваивался 1 балл.

Важнейшими факторами, которые учитывались при рекреационной оценке ландшафтов, являлись:

- рельеф, его морфометрические свойства, влияющие на рекреационную специализацию региона;
- климат (продолжительность благоприятного периода, число благоприятных дней);
- вода как фактор, определяющий условия купания, бальнеологического лечения, рыболовного туризма, как фактор, влияющий на выбор средств передвижения;
- растительность, в частности леса, как фактор эстетического восприятия, фактор, имеющий огромное познавательное значение;
- животный мир (охотничье – промысловые животные).

Дополнительное количество баллов было дано за каждый объект, представляющий интерес в туристско-рекреационном отношении, прежде всего объектам природно-заповедного фонда, поскольку в концепциях устойчивого развития национальных программ важное место принадлежит особо охраняемым территориям по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия. Поскольку данные территории в системе разрабатываемых концепций устойчивого развития должны выполнять специфические функции и быть [4, с. 22-23]:

- ядрами мониторинга как природного, так и природно-антропогенного;
- эталонными объектами комплексного изучения, функционирования, развития и совершенствования географической оболочки;
- местами духовно-эстетического воспитания, образования, отдыха и туризма.

Следовательно, сохранение различных экосистем, редких видов флоры и фауны на базе охраняемых природных территорий возможно путем организации экологического, учебного и других видов туризма, направленных как на сохранение биоразнообразия, так и получение определенной выгоды.

Западный Казахстан – самый крупный среди экономических районов республики, соответственно обладает довольно разнообразными природными условиями. Разнообразие природных условий региона обуславливает богатство растительного и животного мира. Многие виды растений и животных в силу своей редкости, эндемичности, ценности занесены в Красную Книгу.

В пределах Западного Казахстана отмечено 55 объектов (17 существующих и 38 перспективных). Среди них Устюртский государственный заповедник и другие объекты природно-заповедного фонда. Таким образом, сосредоточение перечисленных объектов во всех природных зонах и в Мугоджарских горах (почти во всех административных районах) может способствовать равномерному туристскому освоению территорий и проведению широкомасштабных научно-исследовательских работ.

В результате проведенных исследований проведено «Районирование территории Западного Казахстана по степени туристской аттрактивности природных ландшафтов».

Согласно применяемой методике, нами выделены наиболее привлекательные природные ландшафты по административным районам областей Западного Казахстана. Главная суть тури-

стского районирования в рамках административно-территориальных единиц (районов) заключается в удобстве перспективного планирования и управления.

Согласно методике С.Р. Ердавлегова [5], были приняты следующие категории оценки (степени) туристской аттрактивности природных ландшафтов:

1. Весьма благоприятные – 3 балла;
2. Благоприятные – 2 балла;
3. Малоблагоприятные – 1 балл;
4. Неблагоприятные – 0 баллов.

Анализ оценки показал, что ландшафты первой категории (окрестности городов Уральска, Актау, Зеленовский, Акжайкский, Теректинский районы Западно-Казахстанской области (ЗКО), Каргалинский, Мартукский, Мугалжарский районы Актюбинской области и др.) располагают своеобразными орографическими особенностями, значительными водными объектами (р. Урал и притоки, Каспийское море и др.), разнообразной растительностью (пойменные леса, березово-осиновые колки, ольшаники, ивняки, розалии и другие) и животным миром (косули, зайцы и др.), отличаются наибольшей привлекательностью и живописностью. Для данных районов характерен довольно продолжительный благоприятный период (число благоприятных дней в году – 112 и 109) для развития разнообразных как летних, так и зимних видов отдыха и туризма. Здесь сосредоточено большая часть памятников природы областей. Территории позволяют организовать отдых по всем основным его направлениям практически для любых категорий отдыхающих.

В это оценочное подразделение входят следующие виды ландшафтов:

- 1) широкие поймы крупных рек, сложенные песками, занятые разнотравно-злаковыми лугами в сочетании с древесно-кустарниковой растительностью (реки Урал, Каргалы);
- 2) возвышенные холмисто-увалистые равнины, сложенные вулканогенными, осадочными породами и кристаллическими сланцами, кустарниково-ковыльно-типчаковой и местами древесной растительностью (Урало-Илекское междуречье);
- 3) низкогорье грядово-увалистое с кустарниково-полынно-ковылковой растительностью (Мугоджары) и др.

Вторую категорию (окрестности городов Актобе, Атырау, Борлинский, Таскалинский районы ЗКО, Каракиянский, Тюпкараганский районы Мангистауская обл., Курмангазинский район (Атырауская обл.), Уилский, Кобдинский, Хромтауский, Айтекебийский районы Актюбинской обл.) образуют ландшафты, благоприятствующие организации различных по продолжительности путешествий. Для данных ландшафтов характерны: наличие в рельефе уникальных геоморфологических и геологических объектов (геологические разрезы и др.); благоприятные погодно – климатические условия (число благоприятных дней в году – 114 и более) для рекреационной деятельности в течение всего года; многочисленные реки, родники; наличие березово-осиновых колок, первичных степных участков и других ботанических объектов, а также обилие охотничьих животных.

В данную категорию входят следующие виды ландшафтов:

- 1) денудационные мелкосопочные равнины, сложенные кристаллическими сланцами с кустарниково-ковыльно-типчаковой растительностью;
- 2) пойма р. Уил с разнотравно-злаковыми лугами и др.

Третья категория (Сырымский, Шынгырлауский районы (ЗКО); Индерский, Махамбетский районы (Атырауская обл.); Иргизский, Алгинский, Темирский районы (Актюбинская обл.); Мангистауский, Бейнеуский районы (Мангистауская обл.) включает ландшафты с малоблагоприятными условиями для организации некоторых видов и форм рекреационной деятельности (пригодны для охоты, любительского рыболовства, познавательного и лечебного туризма). Для данных ландшафтов характерны: наличие в рельефе уникальных геоморфологических и геологических объектов (меловые горы и др.); значительное число благоприятных дней для проведения рекреационных занятий; месторождения минеральных вод и проявлений лечебных грязей.

В эту категорию входят в основном такие ландшафты, как:

- 1) равнины с полынно-тырсово-еркековой растительностью;
- 2) низкогорья, столовое плато с еркековой и злаково-полынной растительностью;
- 3) аллювиальные плоские равнины с биюргуновой и черно-полынной растительностью и др.

Ландшафты с неблагоприятными условиями для отдыха и туризма сосредоточены в основном в полупустынной и пустынной зонах и некоторых других частях региона. Например, Байганинский район Актюбинской области неблагоприятен для развития зимних видов отдыха. Однако, природные комплексы данной категории пригодны для охоты, прогулок, лечебного и оздоровительного отдыха местного населения.

В данную категорию входят:

- 1) столовые останцевые (с турткулями) плато с полынно-ковыльно-тырсовой растительностью;
- 2) пластовые равнины с полынно-ковыльно-тырсовой растительностью;
- 3) эоловые бугристо-грядовые равнины со злаково-полынно-еркековой растительностью и др.

Итак, ландшафты с весьма благоприятными для развития рекреации и туризма условиями с суммой баллов равной 13 и 12 б.; благоприятные ландшафты – 10 б.; малоблагоприятные – по 8б. соответственно; неблагоприятные – 6 и 6,5 баллов соответственно.

Анализ природных предпосылок развития рекреации и туризма региона и классификация типов ландшафта по степени туристской аттрактивности показывает:

1. Западный Казахстан обладает довольно значительным и разнообразным рекреационным потенциалом, который недостаточно изучен и, как следствие, в туристско-рекреационном отношении практически не используется.

2. Высокой степенью туристской аттрактивности обладают горные, долинные и отчасти степные ландшафты.

3. Наиболее благоприятные и привлекательные природные рекреационные ресурсы свойственны, например, для Каргалинского, Мугалжарского районов Актюбинской области и др., которые в туристско-рекреационном отношении освоены слабо. Основу данных ресурсов составляют Мугуджары, р. Урал, мелкосопочная равнина (до 450-500 м), Александровские пещеры, пойменные леса, памятники природы и др. Район благоприятен для организации флористических и геологических туров, а также зоны отдыха в районе поймы р. Урал. Соседство с Россией может способствовать развитию международного, в частности, экологического туризма и проведению природоохранных мероприятий (сохранение первичных степных участков, редких растений и животных и др.).

4. Благоприятные природные рекреационные ресурсы характерны расчленённость рельефа, наличие водных объектов, охраняемых территорий и живописных пейзажей и другие объекты (или их свойства), обуславливают познавательное и эстетическое значение данных районов для организации самых разнообразных по характеру и протяженности туристских маршрутов. Погодно-климатические условия, наличие минеральных источников, растительности и водных объектов являются важными условиями развития массового отдыха и лечения.

5. Малоблагоприятными природными рекреационными ресурсами обладают такие районы, где месторождения минеральных вод, проявления лечебных грязей и аридность климата наряду с другими факторами служат основанием для строительства объектов лечебного туризма. Тургайский государственный заказник, метеоритный кратер Жаманшин и ряд других объектов благоприятствуют развитию познавательного и оздоровительно-спортивного туризма. В малонаселенные и бестранспортные территории возможна организация специальных маршрутов.

6. Неблагоприятные природные рекреационные ресурсы довольно широко распространены. В то же время данные территории представляют огромный интерес для научного, учебного и приключенческого туризма, а также разнообразных форм отдыха (охота за поведением животных и др.).

Помимо районирования территории Западного Казахстана по степени туристской аттрактивности природных ландшафтов рассмотрены природные рекреационные объекты для определения функциональной структуры перспективного туризма в регионе.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что территория Западного Казахстана, несмотря на однообразие природных условий, преобладание аридных типов ландшафтов, обладает довольно разнообразными и значительными природными рекреационными ресурсами и является благоприятной для развития форм и видов рекреации и туризма.

Литература

1. Теоретические основы рекреационной географии / Под ред. В.С. Преображенского. – М.: Наука, 1975. – 250 с.
2. *Игнатьев Г.М.* Географические аспекты изучения рекреационных ресурсов в США // Географические проблемы организации отдыха и туризма: Сб. докл. – М., 1969. – С. 112–113.
3. Ландшафтная карта Казахской ССР (масштаб 1:2500 000). – М.: ГУГиК, 1979.
4. *Селиверстов Ю.П.* Место особо охраняемых территорий в концепции устойчивого развития // Изв. РГО, 1997. – Т. 129, вып. 4. – С. 22–23.
5. *Ердаuletov С.Р.* География туризма Казахстана. – Алматы: Ѓылым, 1992. – 192 с.

УДК 630*2:582.475.4(571.66)

Г.А. Лазарев

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: gennl_16@mail.ru*

ОБСЛЕДОВАНИЕ УЧАСТКОВ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ КАМЧАТКЕ

В статье рассмотрены история и опыт создания лесных культур сосны обыкновенной на Камчатке, а также результаты исследований на 3 пробных площадях на культурах сосны обыкновенной в разных лесорастительных условиях в Центральной Камчатке.

Ключевые слова: лесные культуры, пробные площади, санитарное состояние, лесорастительные условия.

G.A. Lazarev

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: gennl_16@mail.ru*

INSPECTIONS OF COMMON PINE PLANTATIONS IN CENTRAL KAMCHATKA

The article discusses the results and the experience of planting common pine plantations in Kamchatka as well as study results for pine forest cultures on 3 plots in different site conditions in Central Kamchatka.

Key words: plantations, test areas, healthiness, forest condition.

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), изучением роста которой в условиях Центральной Камчатки мы занимаемся в рамках данного научного исследования, является ценной породой. Сосна, как лесообразующая порода в ареале своего произрастания, обладает целым рядом преимуществ и положительных качеств, как-то: высокими декоративными свойствами, растет по высоким классам бонитета, образует фрагменты и биогруппы древостоев, перспективна для повышения декоративных и биотопических свойств лесов, хорошо семеносит и возобновляется естественным путем. Однако сосна, как лесокультурная древесная порода-интродуцент на Камчатке, имеет ряд недостатков: рыхлость древесины из-за быстрого роста, хрупкость, повышенная ломка от снега, плохая очищаемость от сучьев, сильное разрастание мутовок и искривление ствола, многовершинность. Значительно повреждается мышевидными грызунами.

История вопроса

Культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) начали создаваться на Камчатке в середине 50-х – начале 60-х годов. В небольших объемах, но ежегодно, их начали высаживать в центральной части полуострова Камчатка, а также в лесничествах Елизовского лесхоза на юге. Системной основы и, тем более, научного замысла в создании этих культур не было. Были официально изданные «Рекомендации по созданию лесных культур», но проблема была в том, что они разработаны были для всего Союза, без районирования. Выбор породы и способы посадки и посева определялись формальными планами лесхозов по лесовосстановлению, семенной материал заготавливался в различных регионах страны. Семена поставлялись плано-во, в достаточном, и даже избыточном объеме. Питомники (для производства сеянцев и саженцев), как временные, так и постоянные, были созданы в каждом лесхозе Камчатки. Семян

главной местной породы – лиственницы курильской (*Larix cajanderi* Mayr), – практически не заготавливали, в силу редкой повторяемости семенных лет и высокой степени повреждения энтомовредителями. Самыми старыми культурами сосны обыкновенной на Камчатке, из документально зарегистрированных, на сегодняшний день, является участок площадью около 10 га в Козыревском лесничестве, созданные посевом еще в 1956 г. (Чумин, 1965, Ефремов, Ефремова, 1975).

К концу семидесятых годов XX века площадь производственных культур сосны обыкновенной уже составила более 90% от общей площади всех культур хвойных пород-интродуцентов на Камчатке. По мнению лесной науки, значение этих культур, как меры по восстановлению лесов, было тогда, да и остается на данный момент – ничтожным, но, как опыт интродукции древесных пород в производственных масштабах, является беспрецедентным.

К началу 2015 г. возраст многих посадок сосны достиг уже 43–53-летнего возраста. Но, фактически, последние 25–30 лет системные наблюдения за их развитием и состоянием лесной наукой не проводились. Поэтому, проведение исследований по данной тематике представляется весьма актуальным.

Основной целью данной исследовательской работы является проведение, по крайней мере в течение 5 лет, разносторонней оценки состояния имеющихся культур сосны обыкновенной, и определение лесохозяйственной перспективности возможного создания и расширения сети долговременных производственных искусственных насаждений сосны в центральной части Камчатского полуострова.

Для этого нами проводится сбор данных по биологии развития, темпам роста исследуемой породы в условиях Центральной Камчатки. Сравнивая полученные результаты с аналогичными показателями естественных ареалов сосны обыкновенной, мы сможем решить поставленные в данной работе задачи.

В соответствии с целевой установкой была намечена следующая программа работ:

1. Осуществить полевой сбор исследовательского материала: оценить санитарное состояние культур, семеношение, произвести морфометрические измерения модельных деревьев – высоту в м, диаметр на высоте груди в см, ежегодный прирост в см.

Методика и материал

Полевой сбор исследовательского материала для данной статьи проводился в 2011, 2012 и 2014 годах в сентябре и октябре месяцах на трех заложенных в 2011 году пробных площадях на участках лесных культур сосны обыкновенной в центральной части Камчатского полуострова.

Исследовательские работы проводились по методикам, предложенным и разработанным Камчатской лесной опытной станцией ДальНИИЛХ, а также общепринятым методикам учета лесных культур, в частности: Огиевский В.В., Хиров А.А. Обследование и исследование лесных культур (методическое пособие для лесоводов). Л., 1967 год [5].

Указанные работы проводились на территории лесокультурного фонда бывших Эссовского и Крапивненского лесничеств бывших Быстринского и Козыревского опытно-показательного лесхозов. Объектами исследований служили разновозрастные посадки сосны обыкновенной.

Участок № 1. Культуры сосны обыкновенной, 1980 г. закладки. Участок расположен в средней части долины р. Быстрой, на 8-м километре автодороги Эссо-Анавгай, с правой стороны от автодороги, на высокой террасе по левому берегу р.Быстрой, на бывшем сельскохозяйственном поле. Высота над уровнем моря – 430 м. Рельеф ровный, долина полого понижается в северо-восточном направлении. Культуры посажены в борозды, густо заросли каменноберезовым молодняком и различными видами кустарников.

Участок № 2. Культуры сосны обыкновенной 1978 г. закладки. Участок расположен примерно в 0,5 км от южной окраины с. Эссо, на землях госземзапаса, в междуречье рек Быстрая и Уксичан, на бывшем сельскохозяйственном поле. Высота над уровнем моря – 501 м. Рельеф – полого-увалистый. Культуры загущенные, посажены в борозды, густо заросли молодняком каменной березы и различными кустарниками.

Участок № 3. Культуры сосны обыкновенной 1972–1973 гг. закладки. Участок расположен в послепожарном молодняке белой березы и лиственницы, в 70 км восточнее п. Эссо, на обширной долине р. Камчатки, в 4-5 км от левого берега, в 10 км восточнее бывшего п. Крапивная. Вы-

сота над уровнем моря – 140 м. Рельеф – ровный. Культуры посажены в борозды, густо заросли молодняком белой березы, лиственницы и различными кустарниками.

Опыт создания лесных культур сосны

Климатические условия интродукции в центральной и южной частях полуострова характеризуются:

- низкой теплообеспеченностью;
- повышенной или достаточной увлажненностью;
- нестабильностью сезонных погодных условий;
- высокой зимней солнечной инсоляцией.

Почвы легкие, относительно бедные.

Для интродукции растений в *центральной части* полуострова значим оказывается фактор глубокого и длительного сезонного промерзания почвы, а для *южной части* полуострова – сильные ветры [2].

Опыт создания лесных культур сосны на *западном* и *восточном* побережьях оказался, в основном, отрицательным. Культуры в 12-15-летнем возрасте начинали усыхать и, в дальнейшем, погибали. По заключению научного сотрудника Института леса и древесины Сибирского отделения Академии Наук И.С.Коссинской, это явилось следствием заражения сосны сумчатым грибом, переносчиком которого служит кедровый стланик [1]. Свою роль сыграло и то, что лесные культуры в данных районах в большинстве создавались на типично нелесных площадях (аласы (биологические редины), сухие и мокрые тундры, свежие вулканические отложения, периодически затопляемые участки и т.п.). Затем, в условиях морского климата побережий для хвойных вечнозеленых растений проявился ряд специфических факторов риска.

Таковыми явились, например, частые и продолжительные оттепели в зимне-весеннее время. Так, в некоторые годы, в период с февраля по апрель, количество дней с положительной среднесуточной температурой может достигать 20 и больше, а в то же время поздние весенние заморозки возможны и в июне. Действие повышенных температур в дневное время в ранневесенний период провоцирует выход ассимиляционного аппарата растений из состояния покоя, в результате чего резко снижается морозостойкость хвои верхней, лишенной защиты снежным покровом части дерева, а также происходит ее обезвоживание. Ежегодно начинает наблюдаться значительное повреждение хвои. Часть хвои на главных побегах весной буреет или желтеет, и к осени опадает. При этом чем большее количество дней с положительной среднесуточной температурой, тем большее количество поврежденной хвои. Это явление наблюдается не только на посадках сосны, но также ели и пихты. Усилению данного эффекта способствует и напряженный ветровой режим погоды, обычный в климатических условиях юга Камчатки: сильные ветры определенного направления вызывают физиологическое иссушение части хвои. В результате образуется специфическая ветровая форма габитуса сосны: при хорошем развитии нижней части кроны, защищенной зимой снежным покровом, ось нарастания утрачена или деградирована.

Состояние культур сосны в *центральной части* полуострова оказалось гораздо лучше. Однако и здесь, на открытых участках по гарям и аласам, молодые побеги сосны повреждались заморозками и погибали практически ежегодно, в результате растения приобретали форму куста. Вследствие сильного разрастания боковых ветвей, сосна начала значительно страдать от снеголома. На некоторых участках культур количество поврежденных деревьев достигало 93 и более процентов. В условиях длительной сезонной мерзлоты, из-за недостаточной глубины корнепроницаемого слоя, у сосны начинает формироваться аномальная корневая система. При раскопках корневых систем было выявлено, что примерно с 10-летнего возраста, а зачастую – и раньше (в загущенных посадках), у сосны начинают усиленно развиваться поверхностные корни, при замедленном росте стержневого корня. У обследованных экземпляров длина поверхностных корней в 5–8 раз превышала длину стержневых корней. Это приводит, в дальнейшем (при достижении возраста 15–20 лет), к несоответствию между корневой и надземной частью дерева: надземная часть дерева оказывается слишком тяжелой для слабой корневой системы, и, как следствие, наблюдается значительный вывал деревьев. Этому явлению способствует и общая рыхлость образующейся древесины из-за быстрого роста сосен (в некоторые годы ежегодный прирост составлял до 70 и более см).

В целом на основании многолетнего производственного опыта создания лесных культур сосны обыкновенной, лесной наукой еще в конце 1960-х – начале 1970-х годов был сделан вывод, что лесорастительные условия на Камчатке не способствуют формированию высокопроизводительных насаждений сосны [1]. Значительная (если не большая) часть заложенных с начала 1960-х годов культур так и не была переведена в лесопокрытую площадь, а просто списана по разным причинам. Лишь некоторые участки культур сосны (в основном – в центральной части полуострова) характеризовались хорошей приживаемостью, ростом и устойчивостью к неблагоприятным условиям среды. Причины этого до конца не выяснены, хотя установлено, что там, где культуры сосны созданы под пологом леса и из семян, завезенных из северных районов страны, они обладают лучшими качественными показателями (но, опять же – не всегда). Очень часто происхождение семян не находило отражения в книге учета лесных культур, и завоз лесных семян нередко проводился из районов, географически несовместимых с Камчаткой (с Украины, Поволжья и проч.), что приводило к заведомой гибели создаваемых культур [4]. В итоге, в подавляющем большинстве, культуры сосны не образуют не только высокопроизводительных, но даже и нормальных древостоев.

Поэтому, в середине 1970-х годов, лесоводственной наукой сосна обыкновенная была признана *бесперспективной* в качестве лесообразователя на всей территории Камчатки. В виду хороших показателей роста в первые 10–15 лет жизни, тогда было рекомендовано ее выращивание на плантациях строго определенного назначения (на новогодние букеты, например), а в континентальных районах и в южной части полуострова – в защитных и декоративных посадках [1, 2].

Результаты исследований

В июле и сентябре 2011 г. на территории Природного парка Быстринский и прилегающей к нему равнинной части долины р. Камчатки (где многолетние опыты по интродукции сосны оказались наиболее успешными) мы провели рекогносцировочные работы, выбрали 3 пробные площадки на культурах сосны обыкновенной в разных лесорастительных условиях, промаркировали белой краской 200 модельных деревьев, и провели изучение биоэкологии сосны обыкновенной: натурно обследовали объекты, собрали материалы по морфометрии экземпляров сосны различного возраста, изучили темпы их роста, текущее состояние.

В целом же общее санитарное состояние обследованных в 2011 г. культур нам представилось как малоудовлетворительное. Особенно безрадостная картина была отмечена на участках № 1 и № 2. Сосны были посажены в борозды, культуры получились очень загущенными, в связи с чем большое количество деревьев имеют желтую, поврежденную или значительно осыпавшуюся хвою, имеют наклоны ствола в стороны от прохождения борозды, много усохших, выпавших экземпляров, на части уже бывших площадей культур сосна вообще больше не встречается, исчезнув, практически, бесследно. Пробную площадь № 1, в итоге, мы вообще признали не пригодной для многолетних наблюдений – слишком большие промежутки между сохранившимися куртинами сосны, и очень мало оставшихся в удовлетворительном состоянии деревьев. Большинство живых деревьев угнетены конкуренцией с твердолиственными породами и соседними соснами, которые тоже угнетены. Выбрать модельные экземпляры для наблюдения было, фактически, не из чего.

По результатам полученных данных по биометрии сосны на трех участках, по результатам наблюдений 2011 г., мы рассчитали ход развития этих культур за весь период их существования. Было выяснено следующее. Наиболее низкие среднемноголетние темпы роста из трех обследованных участков показали культуры на п/п № 2: они прирастали примерно по 0,17 м в год, а на участках 1 и 3 культуры росли примерно с одинаковой скоростью – по 0,23 м в год. При этом следует заметить, что участки 1 и 3 расположены на расстоянии почти 70 км друг от друга, в совершенно различных климатических, почвенных, лесорастительных условиях: участок № 1 – в среднегорье, участок № 3 – на равнине. Однако, по ежегодным приростам запаса древесины, все-таки наиболее продуктивно развивались культуры на равнинном участке № 3 – ежегодный среднемноголетний прирост запасов на 100 средних деревьев составил 0,124 куб. м; участок № 1 отстал по этому показателю более чем на 12% – 0,109 куб. м; и, на последнем месте по продуктивности – снова участок № 2 – запас древесины на данном участке увеличивался всего на 0,082 куб. м в год на 100 средних деревьев (что более чем в 1,5 раза ниже, чем на участке № 3).

По результатам наблюдений 2014 г. на участках культур № 2 и № 3 были получены следующие итоговые данные.

Первое, что нами было отмечено на участке № 2 – это большое количество упавших, поврежденных и вообще засохших модельных деревьев. А еще осенью 2011 г. все они были в нормальном здоровом состоянии, без повреждений грызунами. Общее количество выпавших из наблюдений модельных деревьев за этот короткий период составило, таким образом, 19 экземпляров – почти пятая часть всех промаркированных. У порядка 10–15% модельных экземпляров на участке наблюдаются повреждения комля ствола мышевидными грызунами. По результатам измерений 2014 г. оставшихся в живых экземпляров, средняя их высота выросла с 2012 г. относительно слабо – всего на четверть метра, составив 7,05 м, средний диаметр за тот же период вырос почти на 1 см, и составил 14,7 см. Приблизительный запас древесины на всем обследованном участке (на 100 средних деревьев) в 2014 г., достиг 4 куб. м, средняя протяженность кроны модельных деревьев составила 70%.

Санитарное состояние деревьев на участке № 3 мы признали удовлетворительным. Среди промаркированных модельных деревьев упавших, засохших или усыхающих, пожелтевших, наклонившихся или поврежденных экземпляров не отмечено. За три сезона (2012, 2013 и 2014 гг.), прошедших с момента последних наблюдений 2011 года на обсуждаемом участке, средняя высота данных культур выросла на 1,4 метра – с 9,5 м в 2011 г., до 10,9 м по итогам сезона 2014 г., т. е. в среднем, культуры прирастали почти по 0,47 м за сезон, что является очень не плохим темпом роста. Средний диаметр за это же время вырос на 1,4 см – с 14,3 см в 2011 г. до 15,7 см в 2014 г.. Приблизительный запас древесины на всем обследованном участке (на 100 средних деревьев) в 2014 г. был вычислен в размере 7 куб. м, увеличившись за три сезона весьма значительно – почти на 2 кубометра. Средняя протяженность кроны у модельных сосен на обследуемых культурах составила в 2014 г. около 63%.

Вывод

Из этого краткого анализа мы пришли к заключению, что наиболее благоприятные лесорастительные условия для роста сосны данных (невыясненных) климатипов наблюдаются на участке № 3, расположенном в равнинной части долины р. Камчатки на вырубке в лиственничнике (н.у.м. 140 м, лесная площадь), а самые пессимальные – на участке № 2, заложенном на алесе (нелесная площадь) в горной части южнее с. Эссо (н.у.м. 501 м).

Литература

1. *Ефремов Д.Ф.* Изученность, опыт и задачи лесовосстановления на Камчатке. Аналитический обзор/ Ефремов Д.Ф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский ЦНТИ, № 4–81. – 1981. – 24 с.
2. *Ефремова Л.С., Ефремов Д.Ф.* Культуры сосны обыкновенной на Камчатке / Ефремова Л.С., Ефремов Д.Ф.// Лесное хозяйство. – 1975. – № 4. – С.53–55.
3. *Коллегов Е.П.* Сосна обыкновенная на Камчатке / Коллегов Е.П. // Вопросы географии Камчатки. Вып. 8 – 1982. – С. 82–84.
4. *Коллегов Е.П., Нестерова В.А.* Выращивание посадочного материала хвойных пород для географических культур в долине р. Камчатки / Коллегов Е.П., Нестерова В.А. // Рациональное использование и повышение продуктивности лесов Камчатки. – Петропавловск-Камчатский, 1977. – С. 34–36.
5. *Огиевский В.В., Хитров А.А.* Обследование и исследование лесных культур. Методическое пособие для лесоводов / Огиевский В.В., Хитров А.А. – М.: Лесная пром-ть, 1964. – 50 с.

УДК 556.38.04(571.66)

Б.А. Опрышко¹, В.А. Швецов², О.А. Белавина²

¹*Петропавловский водоканал,
Петропавловск-Камчатский, 683009,*
²*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru,
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ПРЕСНЫХ ВОД БЫСТРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Описываются мероприятия по автоматизации процедуры режимных наблюдений гидрогеологических характеристик подземных вод для повышения эффективности мониторинга подземных вод на месторождении и снижения затрат на его проведение. Приведены результаты мониторинга Быстринского месторождения питьевых подземных вод за 2014–2015 гг.

Ключевые слова: наблюдательная скважина, мониторинг, месторождение, водоснабжение, подземные воды, автоматизация, датчик, levellogger.

B.A. Opryshko¹, V.A. Shvetsov², O.A. Belavina²

¹*PetropavlovskyVodokanal,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009;*
²*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru,
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

STRENGTHENING OF FRESH GROUNDWATER MONITORING AT BYSTRINSKOYE DEPOSIT

Measures for automating observations of groundwater hydrogeological characteristics to improve the efficiency of groundwater monitoring in the field and to reduce its cost are described. The results of drinking groundwater monitoring at Bystrinskoye deposit for 2014-2015 are given.

Key words: observation hole, monitoring, field, watersupply, groundwater, automation, sensor, levellogger.

Для организации территории опережающего социально-экономического развития в Камчатском крае необходимы дополнительные источники питьевой воды. Наиболее перспективным источником является Быстринское месторождение питьевой воды [1].

Для повышения эффективности мониторинга подземных вод на месторождении и снижения затрат на его проведение, необходимо автоматизировать процедуру режимных наблюдений гидрогеологических характеристик подземных вод [2, 3].

С целью решения этой проблемы, создан творческий коллектив, состоящий из работников ГУП «Петропавловский водоканал», сотрудников, курсантов и студентов КамчатГТУ.

Автоматизированная наблюдательная гидрогеологическая сеть создавалась с августа 2014 г. по ноябрь 2015 г. Четыре датчика Levellogger Edge, предназначенные для измерения уровня и температуры подземных вод установлены в скважинах № 70; 69; 103; 59; регистрируют характеристики перпендикулярно потоку подземных вод; установленный над поверхностью воды в скважине № 70 барометрический датчик Barologger предназначен для компенсации показаний с датчиков Levellogger. Датчики, установленные в скважинах № 70; 69; 103; 59; запрограммированы на снятие показаний через каждые двенадцать часов (в 6-00 и 18-00) до 1 июня 2016 г.

Схема размещения датчиков в скважинах №№ 70; 69; 103; 59; приведена на рис. 1. Продольный профиль автоматизированной наблюдательной сети приведён на рис. 2.

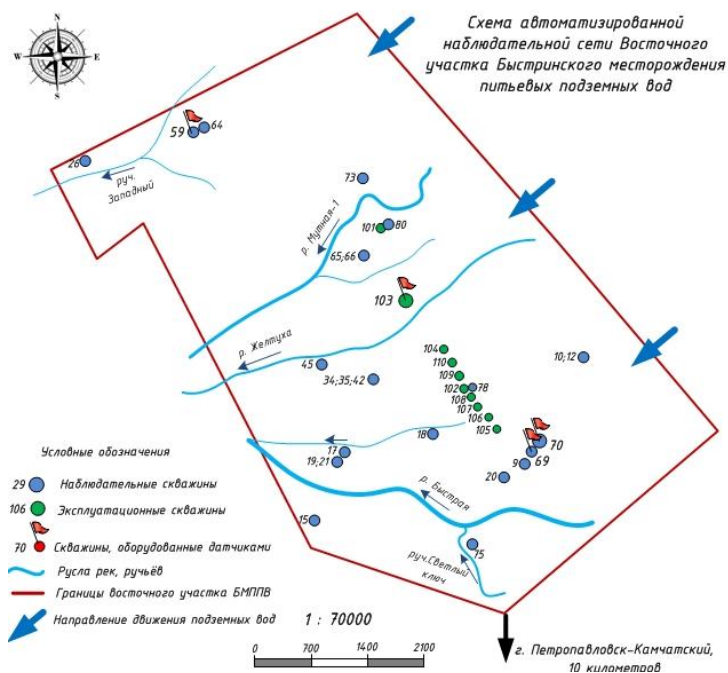


Рис. 1. Схема размещения датчиков в скважинах № 70; 69; 103; 59

ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ БЫСТРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (участок Восточный)

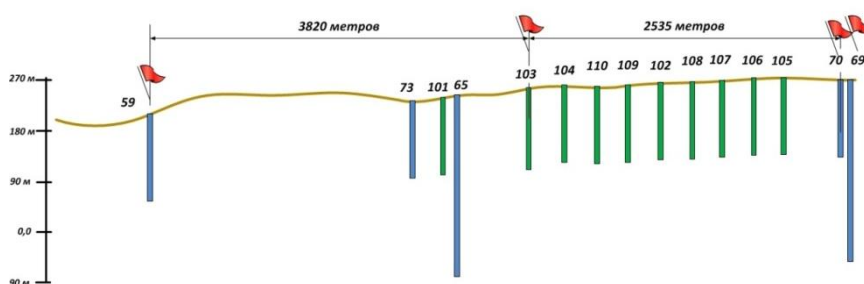


Рис. 2. Продольный профиль автоматизированной наблюдательной сети

Результаты измерений уровней воды в скважинах № 70 и № 103, расположенных на расстоянии 2,5 км друг от друга, приведены на рис. 3. В результате сравнения статических уровней подземных вод в скважинах № 70 и № 103 установлена синхронность изменения гидрогеологических показателей подземных вод. Что в свою очередь подтверждает достоверность результатов мониторинга.

Статические уровни подземных вод в скважине № 103 (I) и скважине № 70 (II), см от поверхности земли

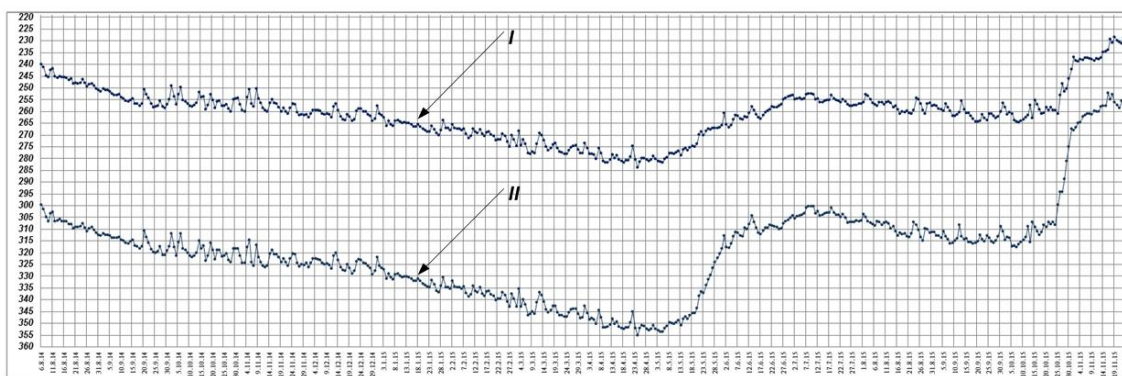


Рис. 3. Результаты измерений уровней воды в скважинах № 70 и № 103

Литература

1. *Опрышко Б.А.* Освоение восточного участка Быстринского месторождения пресных подземных вод, проблемы и перспективы развития / Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, О.А. Белавина // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 43–46.
2. *Опрышко Б.А.* Создание стратегического резерва питьевой воды на базе Быстринского месторождения подземных вод / Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, О.Е. Петренко, О.А. Белавина // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – Ч. II. – С. 132–134.
3. *Опрышко Б.А.* Оптимизация сети наблюдательных пунктов для изучения режима питьевых подземных вод Быстринского месторождения / Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, Ю.Н. Фионов, Д.А. Цыганов, О.А. Белавина // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. (24–26 марта 2015 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Ч. I. – С. 115–118.
4. *Опрышко Б.А.* Муниципальное унитарное предприятие Петропавловск-Камчатского городского округа «Петропавловский водоканал» / Б.А. Опрышко // Отчёт о выполненных работах на Восточном участке Быстринского месторождения питьевых подземных вод в 2014 г. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – 72 с.
5. *Опрышко Б.А.* Муниципальное унитарное предприятие Петропавловск-Камчатского городского округа «Петропавловский водоканал» / Б.А. Опрышко // Отчёт о выполненных работах на Восточном участке Быстринского месторождения питьевых подземных вод в 2015 г. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – 35 с.

УДК 628.16.067.3

В.В. Потапов¹, А.Е. Бровкин²

¹Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683012;

²Петропавловский водоканал,
Петропавловск-Камчатский, 683017
e-mail: vadim_p@inbox.ru

МЕМБРАНЫ В ОЧИСТКЕ ВОДЫ – ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Мембранные технологии – одно из развивающихся направлений науки и техники. Они нашли самое широкое распространение во многих отраслях промышленности. Мембранное фильтрование является перспективным способом очистки природных и сточных вод. Развитие мембранных технологий тесно связано с развитием производства мембран и мембранных фильтров. Преимущества мембранных фильтров – малый размер и вес, простота обслуживания, высокая эффективность, автоматизация технологического процесса. При эксплуатации мембранной техники возникает проблема риска образования твердых отложений на мембранном слое, которая требует контроля и проведения периодических промывок химически усиленными средами.

Ключевые слова: мембранная технология, мембранные фильтры, микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос.

V.V. Potapov¹, A.E. Brovkin²

¹Research Geotechnological Center FED RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683012;

²Petropavlovsky Vodokanal
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683017)
e-mail: vadim_p@inbox.ru

MEMBRANE IN WATER PURIFICATION – HISTORY AND PROSPECTS

Membrane technology is one of the most developing areas of science and technology. They are widely used in many industries. Membrane filtration is a promising way of natural and waste water treatment. Membranes are used. The history of the development of membrane technologies is closely linked to the development of membranes and membrane filter production. The advantages of membrane filters are small size and weight, easy maintenance, high efficiency. The main drawback is the risk of hard deposit formation on membranes. It takes control and regular washing with chemically reinforced medium.

Key words: membrane technology, membrane filters, microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis.

Введение

В последние годы, с ростом количества населения, развитием городской инфраструктуры и промышленности всё большую актуальность приобретает вопрос их обеспечения водой надлежащего качества и объема при обеспечении нормативов по экологической обстановке. К тому же реалии современной жизни диктуют необходимость решения данного вопроса с наименьшими энергозатратами. Это побуждает научный мир разрабатывать и развивать технологии нового поколения во всех отраслях знания, в том числе в вопросах очистки воды. Актуальность необходимости развития промышленного применения современных мембранных технологий для решения задач водоснабжения и водоотведения продиктована вышеуказанными условиями.

Мембранное фильтрование является одним из самых перспективных способов очистки природных и сточных вод, при этом мембранные фильтры без всякой натяжки можно смело назвать фильтрами нового поколения. В настоящий момент данный тип фильтров находит все большее применение в различных регионах нашей страны и за рубежом.

Мембранные фильтры обладают рядом преимуществ, в числе которых можно указать малый размер и вес, простоту обслуживания не требующей привлечения большого штата обслуживающего персонала высокой квалификации, хорошая применимость на производстве, при этом получается вода с более высокими физическими и бактериологическими показателями (применение «абсолютного барьера»). Более подробно преимущества мембранных технологий указываются ниже.

В то же время мембранные фильтры имеют свои недостатки: риск образования отложений на мембранах и их засорение (что приводит к повышенным затратам энергии при эксплуатации), сравнительно высокая стоимость самих мембран.

Целью данной работы является рассмотрение этапов истории развития мембранных технологий в очистке воды, состояние на сегодняшний день и обсуждение перспектив развития этого вопроса.

Мембранные фильтры широко применяются практически во всех отраслях человеческой деятельности. Их значение трудно переоценить. Они показывают очень хорошие результаты при применении для очистки природных вод и некоторых видов сточных вод, включая удаление из воды взвешенных веществ, коллоидов, растворенных органических веществ, патогенных организмов. Их конструкции постоянно совершенствуются, а технологии производства развиваются, что приводит к увеличению эффективности очистки воды мембранами при сокращении затрат.

История развития мембранных технологий очистки воды

Несмотря на то, что широко мембранные фильтры стали применяться относительно недавно, идея эта не нова. Первая научная публикация по этой теме состоялась в 1748 г. в Париже, и принадлежит аббату и ученому Жану Антуану Нолле, где говорилось об открытии проницаемости мембраны из свиного пузыря для частичек воды в 1688 г. де ля Иром (de la Hire) [1].

Научное изучение процессов, происходящих при мембранном фильтровании началось лишь в начале XX в. До начала 1930-х годов о мембранах имелись весьма незначительные сведения. Знания о мембранах не были организованы и систематизированы.

В 60-х годах XIX в. М. Траубе разработал «полупроницаемые» осажденные мембраны из ферроцианида меди, которые, в основном, использовались другими учеными в исследованиях по теории растворов – в частности ботаником Пфедфером в 1877 г., Вант-Гоффом в 1887 г. и др. В то время считалось, что применение полупроницаемых мембран весьма затруднительно и малопригодно для практических целей.

В 1867 г. Беккерель впервые описал механизм «электрокапиллярного явления», заложив основу теории мембранных процессов. Вильгельм Оствальд, один из основоположников физической химии, в 1890 г. и Ф. Браун в 1891 г. первые попытались описать мембранные процессы в современной трактовке с точки зрения только что разработанной в то время ионной теории растворов электролитов.

В 20-х годах XX века появившиеся понятия «мембранные фильтры» и «ультрафильтры» употреблялись для части изготавливаемых в то время очень плотных фильтров. В этот период большой вклад в изучение мембранных процессов внес профессор берлинского института физической химии Герберт Фрейндлих и его сотрудники, в частности Карл Солнер. С этого времени к изучению мембранных процессов начинают проявлять все большее внимание ученые и исследовательские лаборатории. Появляются научные труды по этой теме. К середине 30-х годов XX в. стало ясно, что исследования физико-химии мембран имеют серьезные перспективы [2].

Применение мембранных фильтров для очистки воды берет свое начало от 60-70-х годов XX в. Толчком к этому послужило изобретение синтетических мембран. В дальнейшем технологии водоочистки с применением мембран находили все более широкое применение в результате совершенствования технологий производства, и, как следствие, возрастания ассортимента мембран и их качества на рынке [3].

Схема работы мембранного фильтра (разделение потоков фильтрата и концентрата) представлена на рис. 1.

В 1962 г. в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе была изобретена первая обратноосмотическая мембрана высокого давления [4].

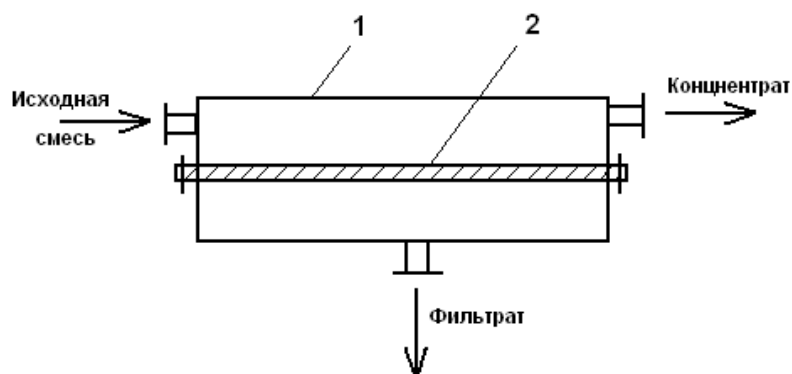


Рис. 1. Схема процесса разделения смеси на полупроницаемой мембране
1 – аппарат; 2 – мембрана

В 70-е годы XX в. мембранные технологии стали с успехом применяться для обессоливания природных вод, проведения анализов состава воды [5, 6, 7].

В 90-х годах мембранные технологии стали все чаще заменять традиционные методы для очистки и дезинфекции природных и сточных вод [8, 9, 10].

Однако, как и все новые технологии, мембранная фильтрация тоже испытала трудности на пути внедрения в производство, в частности – трудности в освоении персоналом [11].

К концу XX века мембраны уверенно начинают выходить в лидеры на рынке технологий по очистке воды. Об этом говорит неуклонно возрастающий интерес к ним в научном мире, выражающийся в увеличении год от года количестве научных трудов по этой теме.

В России рост применения мембран (особенно в последние 10–15 лет) не только не уступает зарубежному, но даже превосходит его. Так, если в 2002 г. объем потребления на рынке мембран в РФ составлял 96 млн USD, то уже в 2007 г. – 200 млн USD, а в 2012 г. – 365 млн USD [12].

На сегодняшний день мировые темпы роста потребности в мембранном оборудовании для очистки воды существенно выше, чем для других видов оборудования в этой отрасли.

Мембраны в очистке воды сегодня

В настоящее время для очистки воды применяется огромное количество видов мембран, различающихся по структуре на органические (полимерные) и неорганические (однородные, асимметричные, композитные). По функциональному назначению применяют мембранные фильтры осветления и обессоливания.

Благодаря совершенствованию технологий изготовления и эксплуатации не только мембран различных классов, но и приборного оснащения, арматуры, систем автоматики, для очистки воды все более широко применяются такие мембранные технологии, как: микро-, ультра-, нано-фильтрация и обратный осмос. Диапазон их применения в зависимости от состава исходной воды представлен на рис. 2 [13–15].

В водоснабжении широкое применение нашли мембраны осветления с размером пор в диапазоне 0,01–1 мкм. Данный тип мембран обеспечивает приемлемый поток воды и достаточную степень очистки (в основном от взвешенных частиц, определяющих мутность воды).

В настоящее время применение мембранных технологий дает следующие преимущества:

- при изменениях параметров исходной воды (температура, мутность, цветность и т. д.) – устойчивые параметры очистки;
- высокая энергоэффективность;
- существенная экономия производственных площадей;
- возможность очистки воды до необходимых параметров на одной ступени;
- возможность легко наращивать объемы производства установкой дополнительных модулей;
- высокий уровень автоматизации производства;
- возможность удаления простейших бактерий и вирусов;
- возможность осветления применения (для вод с небольшим количеством взвешенных веществ неколлоидного характера);
- возможность опреснения морской воды при минимальных затратах.

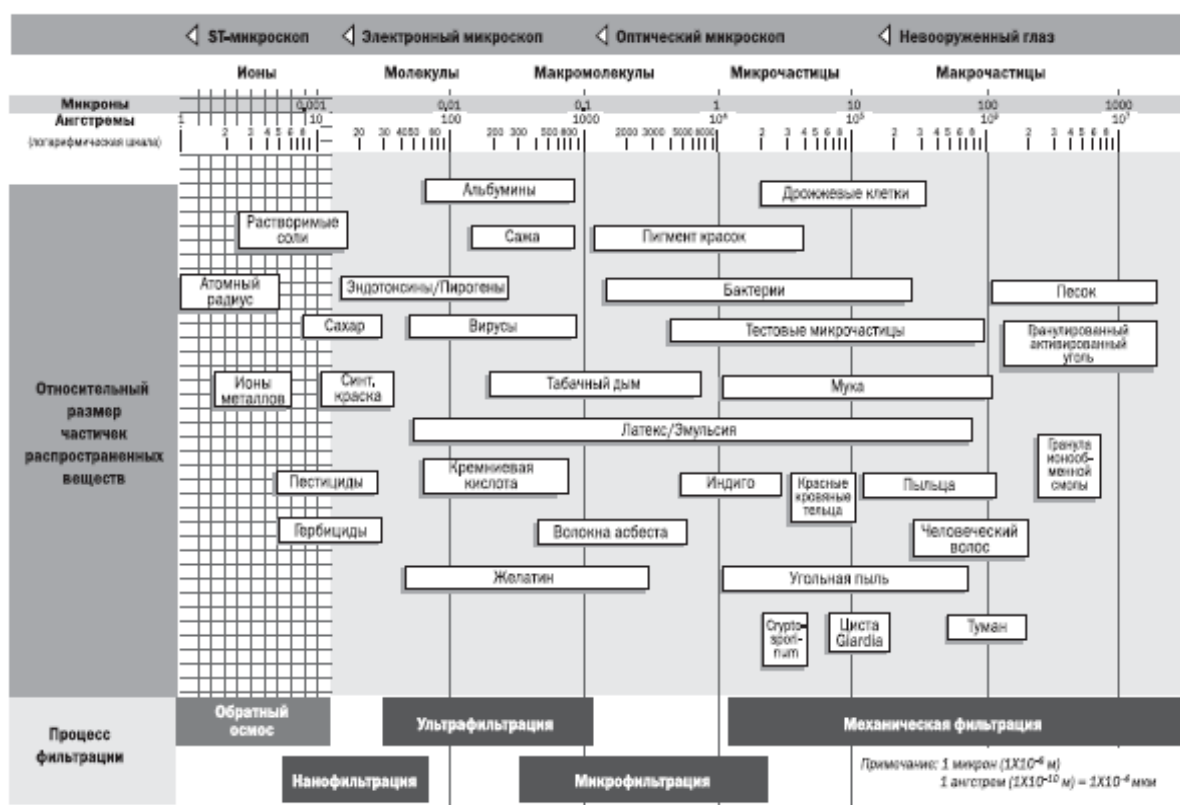


Рис. 2. Фильтрующая способность мембран

Для повышения технологичности при эксплуатации мембран применяется большой ассортимент единичных устройств, называемых модули или элементы. Цель их применения - обеспечить удобство промывки, прочистки, обеззараживания, легкость обслуживания и автоматизацию технологического процесса при применении мембранных фильтров. Также задачей мембранных модулей является обеспечение как можно большей площади поверхности мембран на единицу объема, равномерного распределения жидкости над поверхностью мембраны, достаточно высокой скорости течения (для уменьшения влияния концентрационной поляризации), механической прочности, герметичности и т. д. Создание универсального устройства, удовлетворяющего всем требованиям в полном объеме невозможно, поэтому на практике нашли применение четыре основных типа конструкций модулей по способу укладки мембран: плоскокамерные, с трубчатыми фильтрующими элементами, с рулонными или спиральными фильтрующими элементами и с мембранами в виде полых волокон.

Примеры некоторых конструкций единичных устройств, применяемых для микро- и ультрафильтров, представлены на рис. 3, 4, 5.

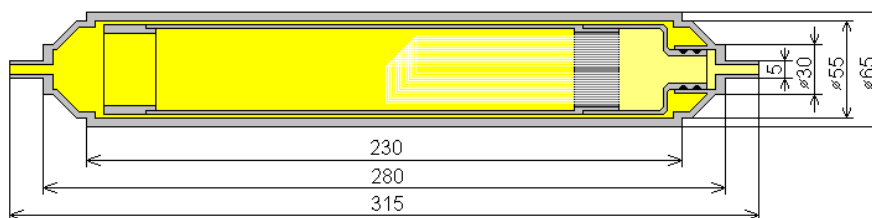


Рис. 3. Конструкция плоскокамерного ультрафильтрационного мембранного фильтра

Фирмы-производители прилагают большие усилия для создания мембран большей эффективности. Внедрение в производство мембран «низкого давления» снизило энергозатраты при их применении в 2 раза. Цена мембран также упала почти в 2 раза. Область применения мембран существенно расширилась с совершенствованием ингибиторов. В результате затраты на 1 м³ очищенной мембранами воды в 2012 г. по сравнению с 1997 г. упали на 45%, а с 1995 – более чем на 90% [15, 2, 12].

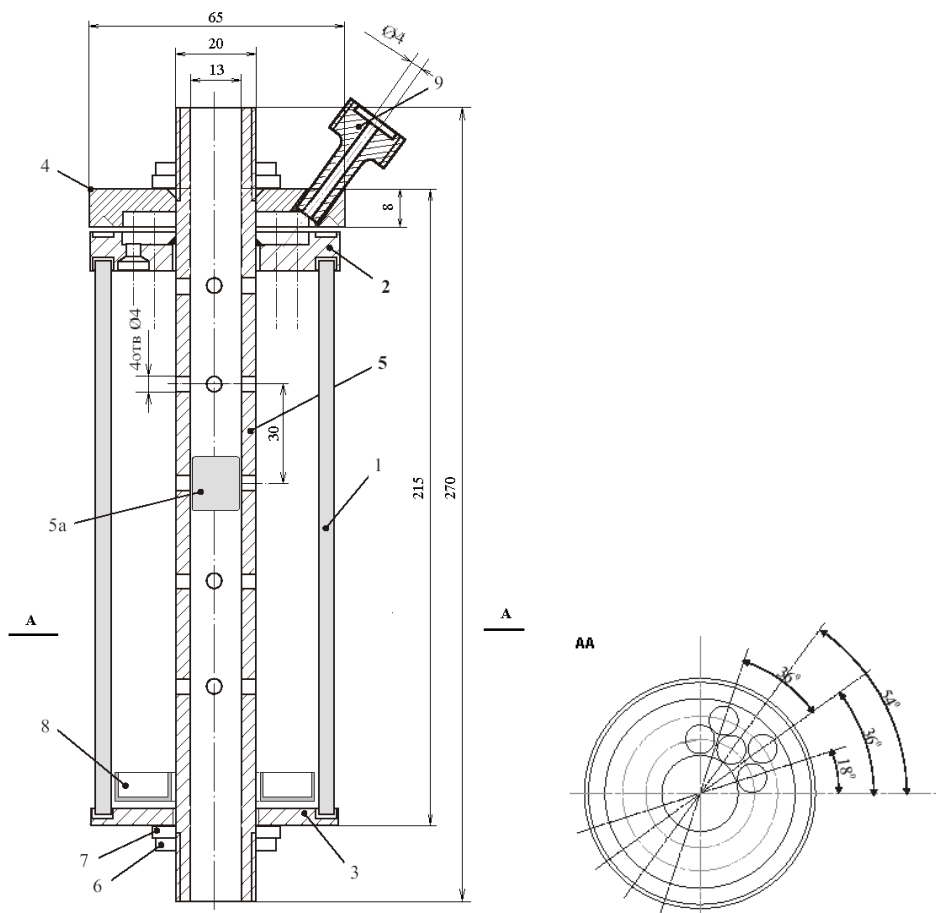


Рис. 4. Конструкция трубчатого керамического мембранного фильтра:
 1 – корпус, 2 – трубная решетка, 3 – крышка, 4 – крышка фильтра,
 5 – центральная распределительная труба, 5а – втулка, 6 – гайка,
 7 – шайба, 8 – стакан, 9 – штуцер

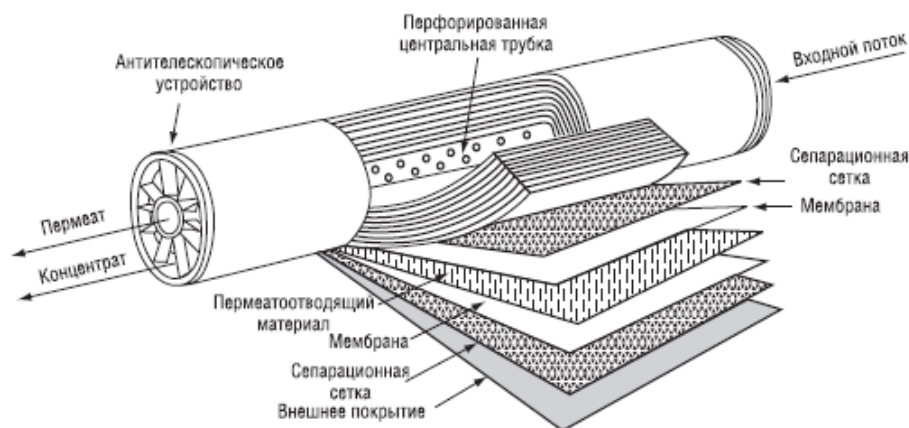


Рис. 5. Конструкция рулонного мембранного элемента

В условиях нарастающего дефицита пресной воды мембраны хорошо зарекомендовали себя в технологических схемах оборотного водоснабжения [13].

Мембранные технологии имеют хорошие показатели при применении для обессоливания воды (в том числе морской). В 2005 году в Израиле (в городе Ашкелоне) запущена в эксплуатацию установка опреснения морской воды на мембранах высокого давления производительностью 330 тыс. м³/сут. Качество очистки воды мембранами превосходит качество очистки традиционными методами, также мембраны обеспечивают более устойчивое протекание процесса [16].

Примером применения безреагентного фильтрования природной воды может служить завод питьевой воды «La Jatte» в Руане (Франция), где применяется метод ультрафильтрации с производительностью 24 тыс. м³/сут. [17].

В нашей стране по технологии мембранной очистки воды построена и функционирует Юго-Западная станция водоподготовки г. Москвы, производительностью 250 тыс. м³/сутки. [18].

Решение о строительстве этой станции было принято в 2003 г. Для очистки воды до уровня европейских стандартов была применена комбинированная система очистки, в которую входит озонирование, сорбция и мембранное фильтрование. Данная система позволяет практически полностью удалять из воды микроорганизмы и органические соединения антропогенного происхождения.



Рис. 6. Зал мембранного фильтрования Юго-Западной станции водоподготовки г. Москвы

Запуск данного (пока, к сожалению, уникального) объекта состоялся 8 ноября 2006 г. Зал мембранных фильтров этой станции представлен на рис. 6 [19, 20].

Перспективы мембранных технологий в очистке природных и сточных вод. Обсуждение вопроса

Говоря о перспективах развития мембранных технологий в мире (в том числе – в РФ) необходимо отметить, что развитие технологий в области водоснабжения и водоотведения будет напрямую зависеть от развития человечества. С одной стороны неизбежный рост численности населения будет приводить к постоянному увеличению спроса на воду питьевого качества, с другой – неуклонное сокращение источников чистой пресной воды будут приводить к необходимости создания новых систем водоснабжения большей производительности. Со временем также будет все сильнее ощущаться нехватка энергоресурсов, чему способствует жизненная философия общества потребления. Люди (в том числе из стран так называемого «3-го мира») будут стремиться жить во все более и более комфортных условиях (что уже показывают последние события в Европе). Значит, технологии по обработке и подаче воды должны будут стремиться к использованию энергосберегающих технологий. По всей видимости, все чаще начнут применяться оборотные системы водоснабжения.

В этой стези применение мембранных технологий, по мнению авторов, будет занимать все большее место в рассматриваемой отрасли. Способствовать этому будут те преимущества, которые были указаны в начале статьи. Со временем технологии производства и эксплуатации мембранных фильтров будут совершенствоваться, что будет уменьшать их недостатки и повышать достоинства. Возможно, что в обозримом будущем мембранные технологии станут основным методом очистки воды и вытеснят большую часть существующих на сегодняшний день традиционных методов.

Выводы

1. Мембранные технологии обладают следующими преимуществами: при изменениях параметров исходной воды (температура, мутность, цветность и т. д.), устойчивые параметры очистки, высокая энергоэффективность, существенная экономия производственных площадей, возможность очистки воды до необходимых параметров на одной ступени, возможность легко наращивать объемы производства установкой дополнительных модулей, высокий уровень автоматизации производства, возможность удаления простейших бактерий и вирусов, возможность осветления без применения реагентов (для вод с небольшим количеством взвешенных веществ неколлоидного характера), возможность опреснения морской воды при минимальных затратах.

2. Основные недостатки мембранных фильтров: риск образования отложений на мембранах и их засорение (что приводит к повышенным затратам энергии при эксплуатации), сравнительно высокая стоимость самих мембран.

3. Мембраны показывают очень хорошие результаты при применении для очистки природных вод и некоторых видов сточных вод, включая удаление из воды взвешенных веществ, коллоидов, растворенных органических веществ, патогенных организмов.

4. Для очистки воды все более широко применяются такие мембранные технологии, как: микро-, ультра-, нанофильтрация и обратный осмос.

Литература

1. Шапошник В.А. История мембранной науки. Часть 1. Диализ. Разделение газов вод // Мембраны. – 2000. – № 8. – С. 37–41.
2. Хванг С.-Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения: Пер. с англ. / Под ред. проф. Дытнерского Ю.И. – М.: Химия, 1981. – 464 с.
3. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. Т. 1. – СПб.: Новый журнал, 2007. – 816 с.
4. Френкель В.С. Мембранные технологии: прошлое, настоящее и будущее (на примере Северной Америки) // Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. – № 8. – С. 48–55.
5. Desalting technology in pollution-control problems [Электронный ресурс] // AWWA/ – 1971. – URL: <http://www.environmental-expert.com/water-wastewater/membrane-filtration/articles> (дата обращения: 02.02.2016).
6. Procedures and equipment for the membrane filter technique [Электронный ресурс] // AWWA/ – 1977. – URL: <http://www.environmental-expert.com/water-wastewater/membrane-filtration/articles> (дата обращения: 02.02.2016).
7. A New membrane filter procedure for bacterial counts in potable water and swimming pool samples [Электронный ресурс] // AWWA/ – 1979. – <http://www.environmental-expert.com/water-wastewater/membrane-filtration/articles> (дата обращения: 02.02.2016).
8. Comparing ozonation and membrane separation for color removal and disinfection by-product Control [Электронный ресурс] // AWWA/ – 1991. – <http://www.environmental-expert.com/water-wastewater/membrane-filtration/articles> (дата обращения: 02.02.2016).
9. Membrane filtration fits the bill for winchester [Электронный ресурс] // AWWA/ – 1994. – URL: <http://www.environmental-expert.com/water-wastewater/membrane-filtration/articles> (дата обращения: 02.02.2016).
10. Cost estimates for membrane filtration and conventional treatment [Электронный ресурс] // AWWA/ – 1994. – URL: <http://www.environmental-expert.com/water-wastewater/membrane-filtration/articles> (дата обращения: 02.02.2016).
11. Getting comfortable with your reverse osmosis machine [Электронный ресурс] // AWWA/ – 1992. – URL: <http://www.environmental-expert.com/water-wastewater/membrane-filtration/articles> (дата обращения: 02.02.2016).
12. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке / А.А. Пантелеев, Б.Е. Рябчиков, О.В. Хорунжий, С.Л. Громов, А.Р. Сидоров – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 429 с.
13. Дзюбенко В. Г., Кондрашев А. С. Мембранные технологии в программе «Чистая вода» // Водоснабжение и канализация. – 2012. – № 1-2. – С. 41–46.
14. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке / Пантелеев А.А. [и др.] – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 429 с.
15. Водоподготовка: Справочник / Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С. Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
16. Гейд К., Совинье Ф., Бюссон Э. Технологическая схема «Actiflo® – УФ- и МФ-мембраны»: эффективное Гейд решение для очистки поверхностных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2015. – № 7. – С. 44–55.
17. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. Т. 2. – СПб.: Новый журнал, 2007. – 919 с.
18. Юго-Западная станция водоподготовки г. Москвы. Модель ВООТ (Строительство, владение, эксплуатация и последующая передача). – М.: Мосводоканал, 2005. – 10 с.
19. Горбачев Д., Алешина Е.О. подаче воды от юго-западной станции водоподготовки // Полимерные трубы. – 2006. – № 4. – С. 11–12.
20. Горбачев Д. Мосводоканал: водопроводная станция XXI века // Полимерные трубы. – 2006. – № 5. – С. 14–15.

УДК 661.682-022.532:691

В.В. Потапов¹, В.П. Кашпура², Д.С. Горев¹, А.Е. Бровкин³

¹Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683012;

²Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;

³Петропавловский водоканал,
Петропавловск-Камчатский, 683017
e-mail: vadim_p@inbox.ru;

НАНОКРЕМНЕЗЕМ НА ОСНОВЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ: ПОЛУЧЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПРИМЕНЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Выполнены эксперименты по получению золей и нанопорошков SiO₂ на основе гидротермальных растворов. Для достижения результата осуществляли процессы поликонденсации ортокремниевой кислоты, ультрафильтрационного мембранного концентрирования и криохимической вакуумной сублимации. С помощью набора методов определены физико-химические характеристики золей и нанопорошков SiO₂. В частности, показано, что диаметры наночастиц SiO₂ в золях и нанопорошках попадают в диапазон 5–100 нм. Обоснована возможность применения полученного кремнезема как наномодификатора бетона для повышения прочности.

Ключевые слова: гидротермальный раствор, ортокремниевая кислота, золи и нанопорошки кремнезема, ультрафильтрационные мембраны, криохимическая вакуумная сублимация, диаметр наночастицы SiO₂, предел прочности бетона при сжатии.

V.V. Potapov¹, V.P. Kashpura², D.S. Gorev¹, A.E. Brovkin³

¹Research Geotechnological Center FED RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683012;

²Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;

³Petropavlovsky Vodokanal, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683017
e-mail: vadim_p@inbox.ru

HYDRROTHERMAL SOLUTION-BASED NANOSILICA: GETTING, CHARACTERISTICS, USING IN CONSTRUCTION INDUSTRY

The experiments in getting hydrothermal solution-based sols and nanopowder SiO₂ have been conducted. For achieving the results policondensation processes of orthosilicic acid, ultrafiltration membrane concentration and cryochemical vacuum sublimation have been undertaken. Physical and chemical characteristics of sols and nanopowder SiO₂ using a set of methods are defined. In particular it is shown that diameters of nanoparticles SiO₂ in sols and nanopowder fall within the range 5–100 nm. The possibilities for using silica as concrete nanomodifier to increase resistance are justified.

Key words: hydrothermal solution, orthosilicic acid, silica sols and nanopowder, ultrafiltration membranes, cryochemical vacuum sublimation, nanoparticle diameter, concrete compressive strength.

Введение

В настоящее время наблюдается рост промышленного потребления различных типов аморфного кремнезема. В высокотехнологических отраслях расширяется использование SiO₂ в нанодисперсной форме – золей, гелей и порошков.

Гидротермальные растворы – новый сырьевой источник для производства нанодисперсных форм SiO₂ [1, 2]. Для его освоения требуется разработка технологических процессов получения

нано-SiO₂ с учетом параметров гидротермальной среды: температуры, pH, минерализации, кинетики их образования в результате поликонденсации ортокремниевой кислоты (ОКК), размеров и концентрации частиц SiO₂ и др. В районах активного вулканизма Российская Федерация располагает запасами высокотемпературных гидротермальных ресурсов. При расходе водной фазы теплоносителя продуктивных скважин геотермальной электрической станции мощностью 50–60 МВт 1100–1200 т/ч и содержании SiO₂ в исходной водной среде (650–800 мг/кг) потенциал по производству SiO₂ достигает 3–5 тыс. тонн в год.

Золи и нанопорошки кремнезема – ценные продукты, имеющие широкие рынки сбыта. Цена на кремнезем изменяется в широких пределах в зависимости от его характеристик и отрасли промышленного использования. Перспективным направлением для применения полученных нанокремнезёмов является строительная индустрия [3, 4]. Золи и нанопорошки SiO₂ могут применяться в качестве наномодификаторов бетонов для повышения прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, сульфатостойкости и др. Дополнительные применения – производства точных форм для литья, керамики, сорбентов, носителей катализаторов, резинотехнических изделий, бумаги, электронных плат, также сельское хозяйство, ветеринария и медицина.

Нашими целями были разработка технологических процессов получения нанокремнезема (в форме золей и нанопорошков) на основе гидротермальных растворов и исследование характеристик нано-SiO₂ и эффективности его применения как наномодификатора бетонов.

Материалы и методы

Гидротермальные растворы содержат SiO₂ за счет растворения алюмосиликатных минералов земной коры (ортоклаз, микроклин K(AlSi₃O₈), альбит Na(AlSi₃O₈), анортит Ca(Al₂Si₂O₈), др.) и поликонденсации молекул ортокремниевой кислоты. В недрах Земли в условиях повышенных давлений и температур в гидротермальных растворах образуются молекулы ортокремниевой кислоты (ОКК). После выхода раствора на поверхность давление и температура снижаются, раствор становится пересыщенным относительно растворимости аморфного кремнезема и в нем проходят гидролиз и поликонденсация молекул ОКК, приводящие к формированию сферических наночастиц SiO₂ с диаметрами 5–100 нм и более [5, 6]. Кроме кремнезема в исходном растворе находятся и другие компоненты, концентрации которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Концентрация основных компонентов исходного гидротермального раствора

Компонент	Na ⁺	K ⁺	Li ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ^{2+,3+}	Al ³⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	H ₃ BO ₃	SiO ₂
Концентрация, мг/дм ³	282	48,1	1,5	2,8	4,7	<0,1	<0,1	251,8	220,9	45,2	61,8	91,8	780

Поликонденсация молекул кремнекислоты проходит за счет конденсации силанольных групп, образования силоксановых связей и частичной дегидратации. Конечные размеры частиц кремнезема зависят в первую очередь от температуры и pH, при которых проходит поликонденсация молекул ОКК. Повышение температуры поликонденсации приводит к увеличению конечных размеров частиц. Снижение pH и повышение температуры вызывают увеличение конечных размеров частиц. На стадии поликонденсации температуру варьировали в пределах от 20 до 90 °С, pH – от 9,2 до 4,0.

Концентрированные водные золи кремнезема получали из жидкой фазы гидротермальных теплоносителей (сепарата) скважин Мутновских геотермальных электрических станций (ГеоЭС). Отделение (сепарацию) жидкой фазы от паровой фазы двухфазного потока проводили в сепараторах геотермальной электрической станции. Диапазон значений pH исходного сепарата 4,0–9,4, концентрации кремнезема C₁ = 400–800 мг/кг, температура раствора от 20 до 90 °С. Для синтеза частиц SiO₂ с заданными размерами и концентрацией проводили поликонденсации ОКК при определенных температуре и pH. Ультрафильтрационным баромембранным концентрированием получали стабильные водные золи кремнезема.

Для накопления значительных объемов золей применяли в большинстве случаев ультрафильтрацию, либо комбинацию ультрафильтрации и микрофильтрации. Схема установки для

мембранного концентрирования гидротермального раствора приведена на (рис. 1, а, б). Нанопорошки получали на установке криохимической вакуумной сублимации (рис. 2).

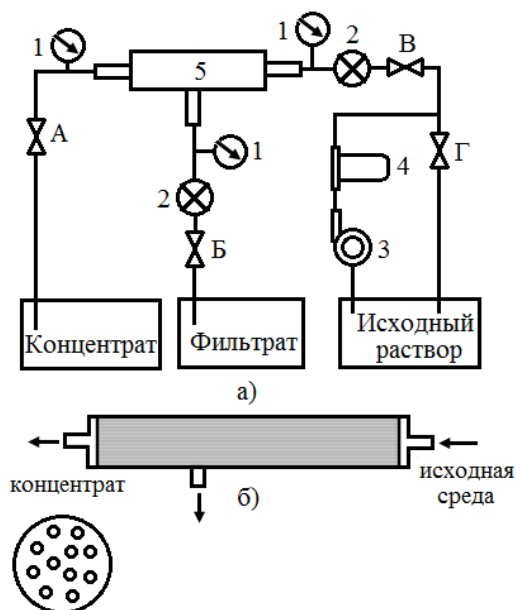


Рис. 1а. Схема установки с ультрафильтрационным мембранным модулем: А – кран концентрата; Б – кран фильтрата; В – кран на входе в фильтр; Г – кран рециркуляции потока; 1 – манометр; 2 – расходомер; 3 – насос; 4 – механический фильтр; 5 – ультрафильтрационный фильтр-патрон
Рис. 1б. Конструкция ультрафильтрационного патрона

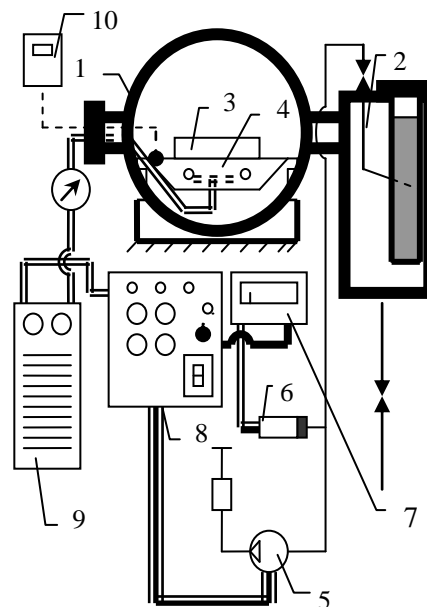


Рис. 2. Вакуумный сублиматор:
1 – сублимационная камера; 2 – десублиматор; 3 – лоток с продуктом; 4 – греющая плита; 5 – вакуумный насос; 6 – преобразователь манометрический термопарный ПМТ-2; 7 – вакуумметр ВТ-2; 8 – пульт управления; 9 – регулятор напряжения универсальный (РВН); 10 – электронный термометр

Для изучения характеристик зелей и порошков использовали методы: динамического рассеяния света, электронной микроскопии, низкотемпературной адсорбции азота, рентгенофазового анализа, малоуглового рентгеновского рассеяния, диффузионной аэрозольной спектрометрии и др.

Эксперименты по получению водных зелей SiO₂

Для получения концентрированных водных зелей кремнезема на основе гидротермальных растворов исследованы основные мембранные процессы – микрофльтрации, ультрафильтрации и обратного осмоса. Определены селективность по наночастицам SiO₂ и ионам растворенных солей, проницаемость мембран, скорость образования гелевого слоя при различных условиях. Получены образцы концентрированных водных зелей кремнезема. Таким образом, стал возможным выбор мембранного процесса, наиболее эффективного для получения концентратов. Были испытаны конструкции мембранных фильтров различных типов и размеров: микрофильтрационные мембраны трубчатого типа; ультрафильтрационные мембраны капиллярного типа; обратноосмотические мембраны рулонного типа.

Рост селективности и снижение проницаемости с увеличением продолжительности фильтрации обусловлен образованием гелевого слоя отложений на мембранах. Скорость образования гелевого слоя зависит от содержания кремнезема в водной среде; гидродинамических факторов – скорости обтекания мембранного слоя и скорости фильтрации, давления; размера пор мембран.

Эксперименты по микрофльтрации показали, что концентрирование наночастиц кремнезема было недостаточно эффективным на первых стадиях и требовало ввода катионов коагулянтов для укрупнения частиц.

На площадке геотермальной электрической станции был установлен и испытан укрупненный баромембранный модуль с ультрафильтрационными мембранами производительностью по SiO₂ – от 3,0–33,3 кг/сут (100 до 1000 кг/мес).

В составе укрупненной установки испытан ультрафильтрационный патрон марки AquaFlex HP SXL55 (рис. 3) с внутренним диаметром капилляров – 0,8 мм, площадью фильтрующей поверхности – 55 м², параметром минимальной отсекаемой массы частиц (mass weight cut off)

MWCO = 50 кД. Приведены распределение частиц по размерам и данные по дзета-потенциалу в образце золя, полученном на укрупненной установке (плотность золя $\rho_s = 1080 \text{ г/дм}^3$, $\text{SiO}_2 = 150 \text{ г/дм}^3$, $\text{pH} = 8,6$, $\text{TDS} = 1970 \text{ мг/дм}^3$, $d_m = 41,6 \text{ нм}$, $\xi_m = -28,2 \text{ мВ}$) (рис. 4). Характеристики образцов зелей кремнезема, получены в ходе экспериментов по ультрафильтрационному концентрированию (табл. 2).

Таблица 2

Физико-химические характеристики водных зелей кремнезема, полученных ультрафильтрационным мембранным концентрированием

Характеристики	Значения
pH	8,0–9,2
общее содержание SiO_2 , г/дм ³	3,0–600,0
плотность золя ρ_s , г/дм ³	1001–1325
средние диаметры наночастиц, нм	5–100
солесодержание TDS, мг/дм ³	800–2000
удельная электропроводность σ_m , мСм/см (20°C)	0,8–1,56
средний дзета-потенциал ξ поверхности наночастиц, мВ	-25,0...-56,0
динамическая вязкость η , мПа·с (20°C)	1,0–120,0
содержание SiO_2 в материале, осажденном из золя, мас. %	до 99,72

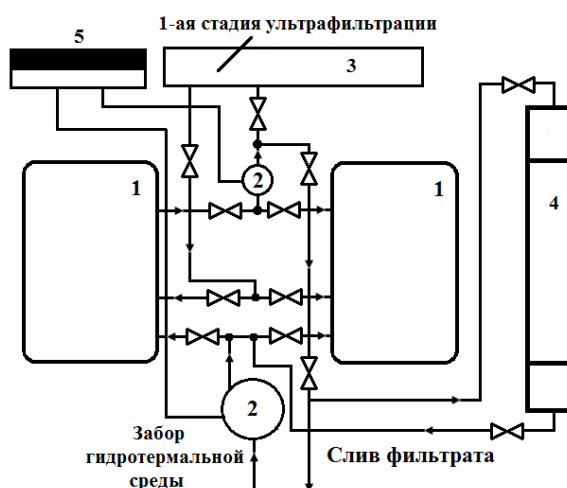


Рис. 3. Укрупненный модуль с ультрафильтрационными мембранами (вид сверху): 1 – приемные емкости; 2 – центробежный насос; 3 – четырехпатронный баромембранный модуль (средний типоразмер); 4 – ультрафильтрационный патрон (крупный типоразмер); 5 – электропитание насосов

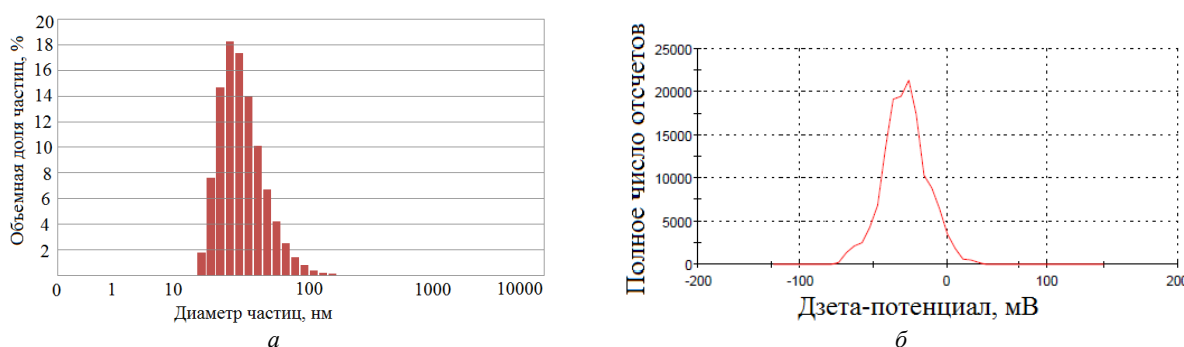


Рис. 4. Результаты определений: а) распределение размеров наночастиц золя кремнезема, полученное методом динамического рассеяния света; б) дзета-потенциал поверхности наночастиц золя, полученный методом электрофореза

Ультрафильтрационные мембраны показали селективность по частицам SiO_2 около 1,0 без предварительного добавления коагулянтов и низкую селективность по молекулам кремнекислоты и ионам.

Реологические параметры зелей и гелей, полученных из зелей методом золь-гель перехода измеряли в условиях сдвиговой деформации с помощью реометра *RheoStress 1* (Haake) в режиме осциллирующих (динамических) деформаций в диапазоне частот G_p (частота вращения пластины) от 0,1 до 1000,0 Гц при варьировании амплитуды напряжений сдвига τ от 0,01 до 10 000,0 Па (рис. 5).

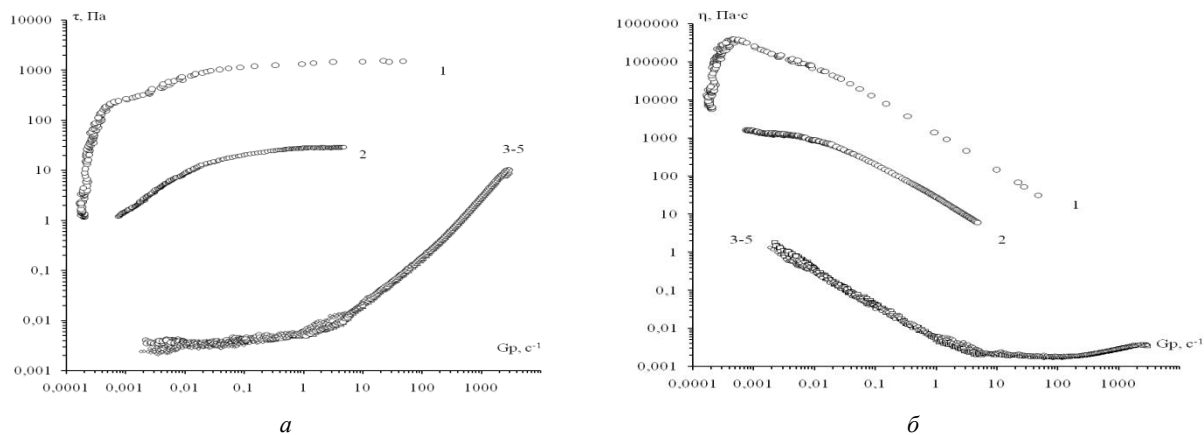


Рис. 5. Реологические характеристики:

а) напряжение сдвига от скорости деформации; б) динамическая вязкость η от скорости деформации. 1, 2 – гели с содержанием SiO_2 соответственно 10 и 3,3 мас. %; 3, 4, 5 – золи с содержанием SiO_2 соответственно 1,4, 2,8 и 3,3 мас. %; динамическая вязкость зелей соответственно $\eta = 1,69, 1,76, 1,86$ мПа·с (20°C)

Обратноосмотические мембраны одновременно задерживали частицы SiO_2 и ионы растворенных солей, и концентраты были нестабильными. Таким образом, с помощью ультрафильтрации можно получить концентрат с высоким содержанием SiO_2 и низкой концентрацией примесных ионов – Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Fe}^{2,3+}$, Al^{3+} , SO_4^{2-} , Cl^- . Ультрафильтрация имеет преимущества перед другими мембранными процессами при получении стабильных концентрированных водных зелей высокой чистоты на основе гидротермального раствора: частицы SiO_2 удерживаются мембранным слоем, при этом примесные ионы проходят через поры мембраны (рис. 6).

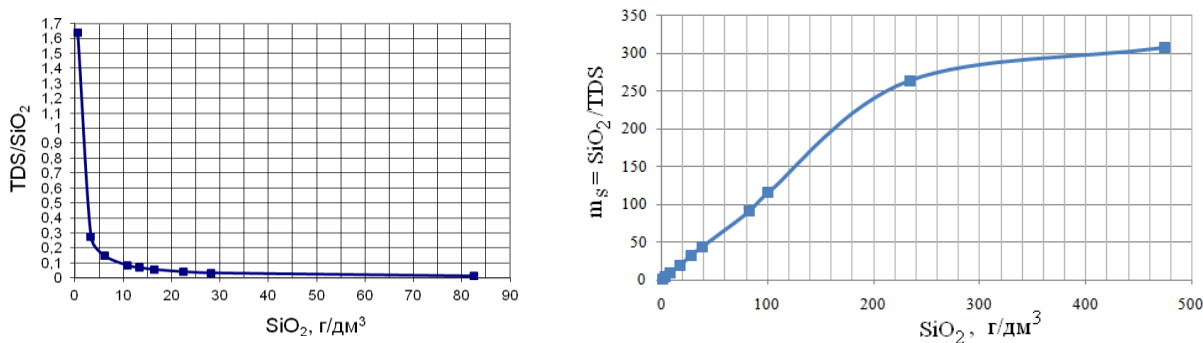


Рис. 6. Отношение соледержания и содержания SiO_2 в зелях кремнезема, полученных ультрафильтрационным мембранным концентрированием гидротермальных растворов

При обратноосмотическом концентрировании фильтрата, полученного при удалении кремнезема в ультрафильтрационных устройствах, содержание катиона Li^+ на 1-й стадии повышали от 1,5 до 7,4 мг/дм³, на 2-й стадии – до 27,8 мг/дм³. Селективность обратноосмотических мембран по катионам лития ϕ_{Li} на 1-й и 2-й стадии концентрирования составляла не менее 0,8.

Производство зелей на основе водных растворов жидкого стекла требует расходов силиката натрия, катионообменной смолы для очистки исходного водного раствора от катиона натрия, расхода кислоты на регенерацию катионообменной смолы, а также расхода электроэнергии на кон-

центрирование. Предлагаемая нами технология исключает расходы жидкого стекла и катионита и снижает расход кислот при относительно невысоком расходе электроэнергии на мембранное концентрирование.

Получение порошков, их характеристики

Перед сублимацией в вакуумной камере золи кремнезема диспергировали, капли отверждали в жидком азоте при температуре 77 К и получали криогранулы. Установлены технологические параметры вакуумной сублимации: временные зависимости давления и температуры в различных участках вакуумной камеры. Определены характеристики нанопорошков, полученных в различных режимах.

Получена временная зависимость давления в вакуумной камере при получении образца порошка УФ-44 (рис. 7).

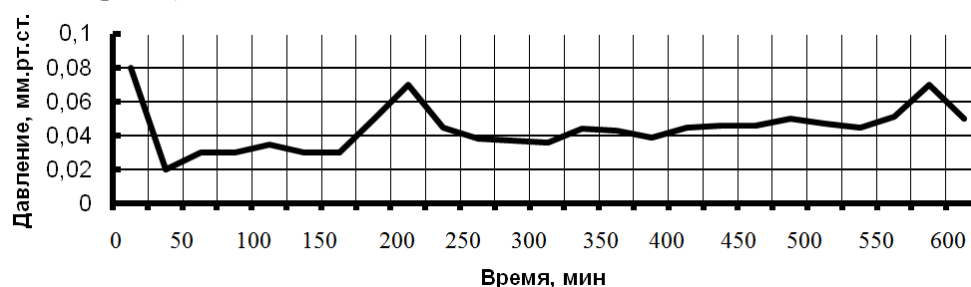


Рис. 7. График зависимости давления в вакуумной камере от времени при сублимации образца УФ – 44



Рис. 8. Кривые сорбции – десорбции для порошка УФ – 44, полученные методом низкотемпературной адсорбции жидкого азота, p_0 – давление насыщенного азота



Рис. 9. Зависимость насыпной плотности нанопорошка от содержания SiO_2

Получены изображения сублимированных криогранул, образующихся после диспергирования капель золя и их твердения в жидком азоте (рис. 10).

В ходе криогранулирования размер капель золя составлял 30–100 мкм, скорость охлаждения капель была 125 К/с, скорость кристаллизации 0,26 мм/с. Вакуумная сублимация проходила при давлении 0,02 – 0,05 мм. рт. ст. и диапазоне температур – 80...+25°С. Такие параметры обеспечили отсутствие слипания частиц: размеры частиц в порошках не превышали размеры частиц в золях. Для образца порошка УФ-44 получены кривые сорбции-десорбции, определенные методом низкотемпературной адсорбции азота (рис. 8).

Методом низкотемпературной адсорбции азота для образца порошка УФ-44 определили следующие характеристики: БЭТ площадь – 165,3 м²/г, объем пор – 0,283 см³/г, средний диаметр пор – 6,0 нм, площадь микропор – 6,54 м²/г, объем микропор – <0,001 см³/г, содержание примесных соединений – до 0,3 мас. %.

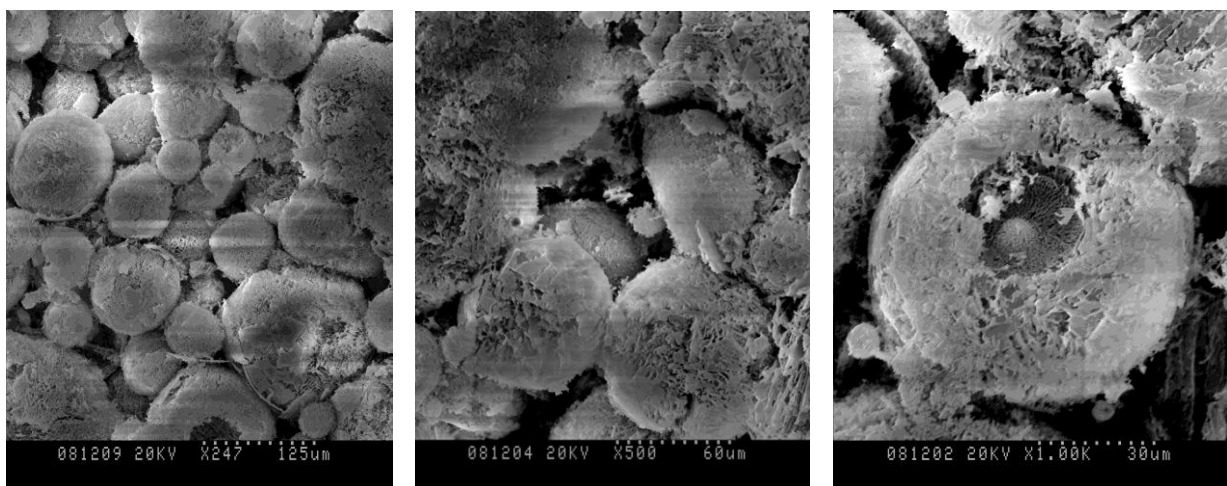


Рис. 10. Криогранулы после сублимации (получены отверждением капель золя в жидком азоте)

Размеры наночастиц порошков SiO_2 определены методами сканирующей электронной микроскопии (рис. 11), малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР) (рис. 12), диффузионной аэрозольной спектроскопии (рис. 13).

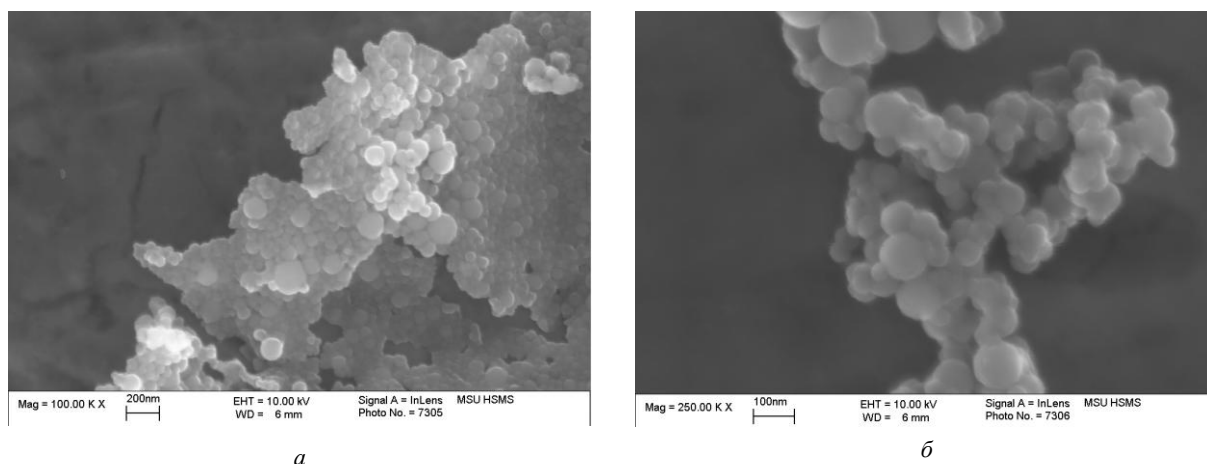


Рис. 11. Изображения частиц кремнезема, полученные на сканирующем электронном микроскопе. Коэффициенты увеличения: а) 100 000; б) 250 000

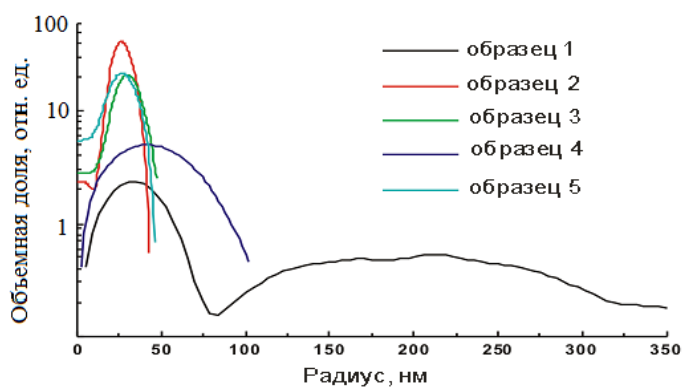


Рис. 12. Распределение частиц SiO_2 по размерам, установленное методом МУРР, получены образцы: 1 – на основе гидротермального раствора; 2 – на основе раствора силиката натрия; 3 – на основе раствора силиката натрия, содержащего катионы Cu^{2+} ; 4 – на основе гидротермального раствора, содержащего наночастицы Ag; 5 – на основе тетраэтоксисилана

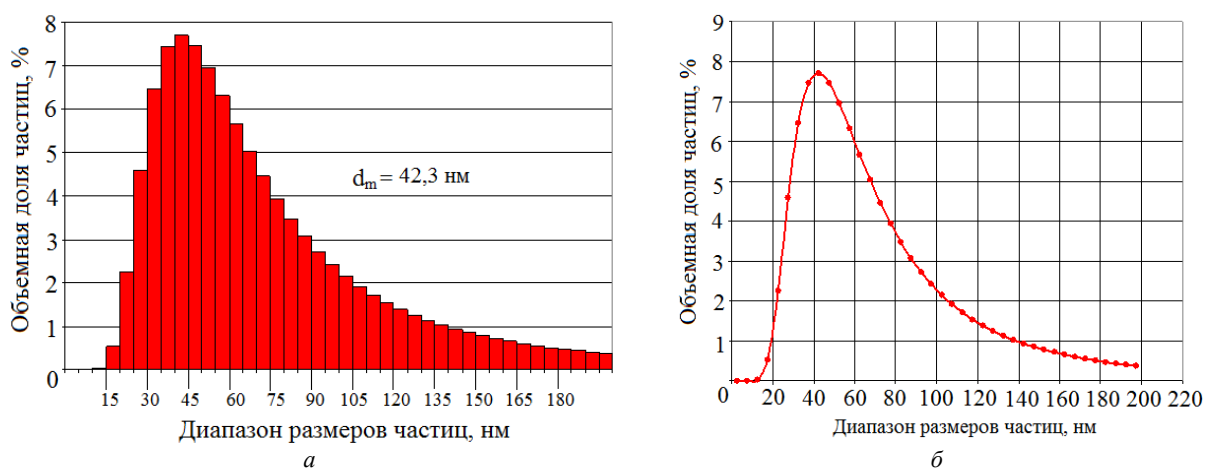


Рис. 13. Результаты определения:
а) гистограмма распределения; б) график распределения частиц SiO_2 по размерам нанопорошке; средний диаметр равен 42,3 нм

Применение нанокремнезема для повышения прочности бетонов

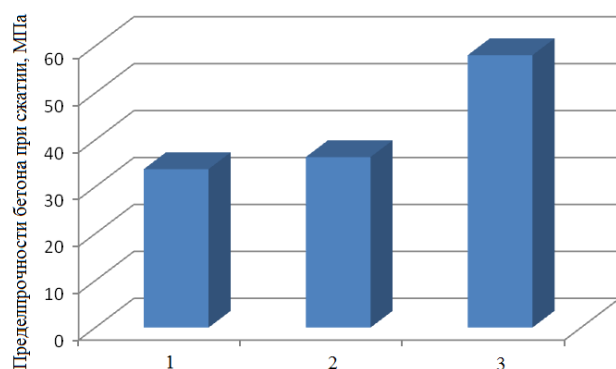


Рис. 14. Предел прочности бетона при сжатии:
1 образец – контрольный (без добавок); 2 образец – с добавкой “Реламикс Т2” 0,8% по цементу; 3 образец – с добавкой нанокремнезема 0,3% по цементу и с добавкой “Реламикс” 0,8% по цементу, повышение прочности бетона при сжатии на 72%. Водоцементное отношение $\text{В/Ц} = 0,5$

Проведены эксперименты по изучению влияния наночастиц кремнезема на характеристики мелкозернистых (цемент-песок-вода) и крупнозернистых бетонов (цемент-песок-вода-щебень). Вводили золи и нанопорошки кремнезема с размерами частиц 10–100 нм и удельной поверхностью 100–500 $\text{м}^2/\text{г}$. В мелкозернистых бетонах достигали повышения предела прочности цементных образцов при сжатии до 72% в возрасте 28 суток при расходе SiO_2 0,01–0,3 мас. % относительно расхода цемента (рис. 14). Выполнены эксперименты по применению золя SiO_2 в крупнозернистых бетонах на равноподвижных смесях с обеспечением одинакового водоцементного отношения В/Ц при расходах SiO_2 – 0,1–2,0 мас. % и суперпластификатора – 0,25–1,0 мас. % относительно расхода цемента (рис. 15).

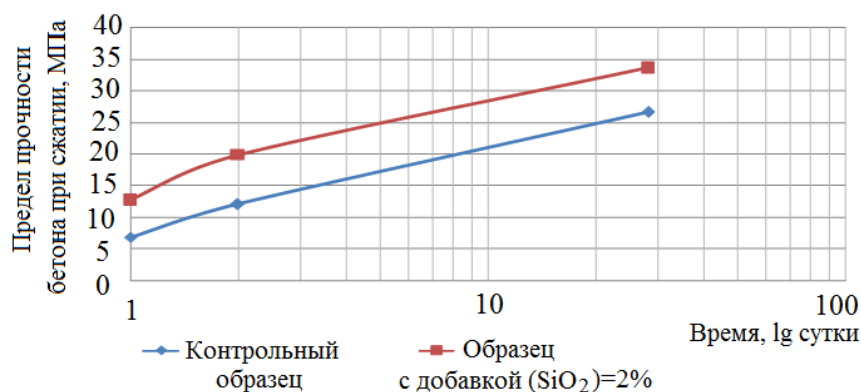


Рис. 15. Предел прочности бетона при сжатии: $\text{В/Ц} = 0,715$ (с добавкой $\text{SiO}_2 = 2,0$ мас. %), $\text{В/Ц} = 0,643$ (без добавки), суперпластификатор – поликарбоксилат SVC 5New (1,0 мас. %)

Установлено, что наночастицы SiO_2 , выделенные из гидротермальной среды и имеющие высокие удельную поверхность до 500 $\text{м}^2/\text{г}$, плотность поверхностных силанольных групп до 4,9 нм^{-2} и химическую активность поверхности, значительно ускоряют реакции гидратации

кальций-силикатов, повышают плотность упаковки геля продуктов гидратации, что увеличивает скорость набора прочности и конечную прочность бетона. Согласно полученным результатам (рис. 15), нанодобавки SiO_2 применимы: во-первых, для ускорения набора прочности бетона (более чем двухкратное повышение прочности после первых суток твердения); во-вторых, для повышения прочности в возрасте 28 суток – до 40 %.

Выводы

1. Технологические процессы получения нанокремнезема на основе гидротермальных растворов включают охлаждение раствора до заданной температуры, нуклеацию и поликонденсацию ортокремниевой кислоты и рост частиц кремнезема, мембранное концентрирование ультрафильтрацией и криохимическую вакуумную сублимацию. Удельный расход электроэнергии при производстве зольей $E_m = 0,18 - 1,0$ кВт·ч/кг SiO_2 , суммарные затраты электроэнергии на получение нанопорошка $E_m = 7,0 - 14,3$ кВт·ч/кг SiO_2 .

2. Ультрафильтрационное мембранное концентрирование рационально осуществлять в три стадии при температурах 20–70°C: на 1-й стадии содержание SiO_2 в золе повышают от 0,05 до 0,3–0,4 мас. %, на 2-й стадии – до 10 мас. %, на 3-й стадии – до 20–30 мас. % и более.

3. Селективность ультрафильтрационных мембран с гелевым слоем относительно наночастиц кремнезема и ионов в ходе 3-стадийного концентрирования имеет значения (0,8–1,0) и (0,1–0,3), соответственно, что обеспечивает уменьшение отношения общего солесодержания TDS к содержанию SiO_2 (TDS/SiO_2) от 1,64 до 0,003 (и увеличение обратного параметра $m_s = \text{SiO}_2/\text{TDS}$ от 0,609 до 300 и более) и, как следствие, стабильность зольей с содержанием SiO_2 до 45 мас. % без принудительного ввода стабилизатора.

4. Процессы криохимического вакуумного сублимирования зольей для получения нанопорошков кремнезема включают диспергирование золя, криогранулирование капель золя в жидком азоте, сублимацию криогранул в вакууме. Оптимальные размеры криогранул – в пределах 30–100 мкм. Диапазон давлений в вакуумном сублиматоре составляет 0,02–0,05 мм. рт. ст., диапазон температур – от –80 до +25°C. Разработанный технологический режим обеспечивает получение порошков, имеющих удельную поверхность до 500 м²/г, объем пор – 0,20–0,30 см³/г, средний диаметр пор порошка от 2 до 15 нм, средние диаметры частиц – от 5 до 100 нм, плотность поверхностных силанольных групп – до 4,9 нм⁻², остаточную влажность – до 0,2 мас. %, насыпную плотность – 0,035–0,30 кг/дм³.

5. Нанокремнезем, полученный на основе гидротермального раствора, применим как эффективный наномодификатор бетонов: 1) для ускорения твердения; 2) повышения предела прочности бетона при сжатии в возрасте 28 суток; 3) сокращения расхода цемента.

Литература

1. *Потапов В.В., Карпов Г.А., Подвербный В.М.* Извлечение кремнезема из гидротермального теплоносителя. Теоретические основы химической технологии. – 2002. – Т. 36, № 6 – С. 644–651.

2. *Потапов В.В., Журавлев Л.Т.* Зависимость содержания силанольных групп в кремнеземе, осажденном из гидротермального раствора, от температуры // Физика и химия стекла. – 2005. – Т. 31, № 5 – С. 909–923.

3. *Потапов В.В., Шитиков Е.С., Трутнев Н.С., Горбач В.А., Портнягин Н.Н.* Влияние наночастиц кремнезема на прочностные характеристики цементных образцов // Физика и химия стекла. – 2011. – Т. 37, № 1 – С. 641–652.

4. *Kim L.V., Potapov V.V., Kashutin A.N., Gorbach V. A., Shalaev K.S., Gorev D.S.* Increasing of concrete strength using nanosilica extracted from the hydrothermal solutions // Proceedings of the Twenty-third (2013) International Offshore and Polar Engineering Conference. (June 30–July 5 2013). – Anchorage, Alaska, USA, ISOPE, 2013 – P. 148–152.

5. *Потапов В.В., Смывалов С.А., Близнюков М.А., Горбач В.А., Каишпура В.Н.* Моделирование процесса нуклеации ортокремниевой кислоты в гидротермальном растворе // Теоретические основы химической технологии. – 2006. – Т. 40, № 4. – С. 112–119.

6. *Потапов В.В., Сердан А.А., Каишпура В.Н., Горбач В.А., Тюрина Н.А., Зубаха С.В.* Поликонденсация ортокремниевой кислоты в растворах гидротермального происхождения при различных температурах, pH и ионной силе // Физика и химия стекла. – 2007. – Т. 33, № 1 – С. 65–73.

УДК: 556.332.52:556.53(476-12)

В.С. Рудько

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,

Гомель, 246019

e-mail: Vyacheslavrudko@yandex.ru

**ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА АРТЕЗИАНСКИХ ВОД
ЗОНЫ ЗАМЕДЛЕННОГО ВОДООБМЕНА
(НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ)**

В работе рассматривается режим подземных вод зоны замедленного водообмена, формирующийся под влиянием уровня режима поверхностных водотоков. Были построены графики совместного хода уровней, по которым определялись характеристики гидродинамической взаимосвязи поверхностных водотоков с подземными водами.

Ключевые слова: водоносный горизонт, река, уровень воды, статический уровень.

V.S. Rud'ko

F. Skorina Gomel State University,

Gomel, 246000

e-mail: Vyacheslavrudko@yandex.ru

**CHARACTERISTICS OF REGIME FOR ARTESIAN WATER
IN SLOW WATER CYCLE AREA
(BY THE EXAMPLE OF THE SOUTH-EAST OF BELARUS)**

The paper is concerned with ground water dynamics in slow water cycle area formed under the influence of the level regime of surface streams. Graphs of level follow have been constructed. The characteristics of hydrodynamic communication of surface streams with groundwater have been read from the graphs.

Key words: aquifer, river, level of water, static level.

Введение

Целью исследования является изучение взаимодействия гидродинамических режимов поверхностных и подземных вод для решения проблем региональной гидрогеологии; показать приоритетное влияние режима поверхностных водотоков на уровеньный режим артезианских вод.

Актуальность исследования заключается в том, что в работе уделяется внимание выявлению основных черт уровня режима напорных подземных вод, которые формируются под влиянием уровня режима рек.

Задачи исследования:

- 1) подобрать критерии количественной оценки влияния (взаимосвязи) режима уровней поверхностных вод на подземные;
- 2) дать характеристику режима статического уровня артезианских вод зоны замедленного водообмена;
- 3) определить количественные характеристики взаимосвязи уровня режима артезианских и поверхностных вод;

Режим подземных вод составляет одну из важнейших проблем гидрогеологии, охватывая совокупность явлений, связанных с изменением состояния подземных вод во времени (колебания уровня вод, изменения их дебита, скорости движения, состава и физических свойств).

При решении различных народнохозяйственных задач правильная их реализация возможно лишь при знании режима подземных вод.

При гидрогеологическом изучении источников водоснабжения знание режима подземных вод является основой для определения их количества и прогнозирования качества, а также для правильной постановки эксплуатации подземных вод.

Гидрогеологические явления, из которых складывается режим подземных вод, связаны с теми или иными передвижениями воды (табл).

Таблица

Классификационная схема основных типов подземных вод и связанных с ними типах режима [1]

Условия питания		Категория подземных вод		Особенности режима	
Область распространения подземных вод	Совпадает с областью питания	Грунтовые воды		Уровень воды подвержен колебаниям под влиянием вертикального передвижения влаги в зоне аэрации	
	Больше области питания	Межпластовые воды	Безнапорные	Передача колебаний происходит путем	Добегания волны
	Напорные		Передача напора		

Выбор параметров для качественной и количественной оценки взаимодействия артезианских и поверхностных вод

Для оценки взаимодействия уровней подземных и поверхностных вод был выбран ряд параметров, по которым оценивались качественные и количественные характеристики.

В основу оценки совмещенных графиков хода уровней подземных и поверхностных вод и характеристики их взаимосвязи было положено 8 параметров, которые в различной степени характеризуют взаимосвязь артезианских и поверхностных вод:

1) симметричность колебания подземных вод относительно поверхностных – данный показатель является качественным и тесно связан со скоростью и продолжительностью подъема, стояния и спада уровней;

2) начало подъема, максимальная отметка – начало спада, минимальная отметка – конкретная дата либо интервал дат перегиба кривой хода уровня, которая характеризует направленность процесса в сторону достижения максимальной или минимальной величины;

3) скорость подъема, спада уровней – количественный параметр, показывающий, насколько быстро происходит подъем или спад уровней, м/сут;

4) продолжительность подъема, спада уровней – количественный параметр, характеризующий время, необходимое для достижения точек экстремума уровнями подземных и поверхностных вод, выражается в сут, ч;

5) амплитуда колебания – количественный параметр, показывающий максимальное смещение уровня, м;

6) запаздывание или добегание – количественный параметр, указывающий на время, необходимое для достижения пиковых (экстремальных) положений уровня артезианских вод, относительно возмущающего объекта – реки;

7) синхронность колебания уровней артезианских вод относительно поверхностных – качественный параметр, дающий возможность оценить как тесно взаимосвязаны колебательные движения уровней подземных и поверхностных вод;

8) корреляционная характеристика – это количественный параметр, который позволяет установить тесноту взаимосвязи между различными признаками (уровни подземных вод и уровни поверхностных вод) с помощью математического аппарата. Численной характеристикой данного параметра является коэффициент корреляции – безразмерная величина, которая дает представление о направлении и силе связи.

Точность оценки временных характеристик определялась частотой проведения замеров уровней ПВ в тот временной период, в который попадали анализируемые экстремальные точки. Максимальная точность определения временных (и скоростных) параметров может быть достигнута лишь при совпадении частоты замеров уровней поверхностных и подземных вод. Т.е. частота замера уровней ПВ должна составлять 1 замер в сутки, что явно недостижимо в реальных условиях.

Артезианские воды келловейского водоносного горизонта средней юры

В качестве объекта для исследования по келловейскому водоносному горизонту средней юры выбрана скважина 22_1, расположенная в СОК «Солнечный берег» РУП «ПО «Белоруснефть» в д. Александровка.

Для скважины 22_1 Александровская характерно расположение на левом борту долины реки у кромки пойменного уступа, пространственная приближенность к руслу реки и незначительные объёмы отбора воды. Такой режим водоотбора, не смотря на низкую водопроницаемость водоносного горизонта, позволяет достаточно точно определиться с положением статического уровня (рис. 1), который на протяжении всего периода наблюдений располагается выше уровня воды в реке Днепр ГП Днепр – Речица, находящегося выше по течению реки относительно скважины. В гидрогеологическом разрезе водоносный горизонт находится на нижней границе зоны активного водообмена, на что указывает минерализация подземных вод

Для обоснования режима гидравлической взаимосвязи поверхностных и подземных вод для скв. 22_1 взяты две реки: Днепр и Сож. Временные характеристики прохождения экстремальных точек уровней воды скв. 22_1 опережают аналогичные для уровня вод р. Днепр, не смотря на то, что ГП располагается выше по течению. Такое соотношение нарушает логику взаимодействия объектов сравнения, тем более что водопроницаемость келловейского водоносного горизонта низкая.

Учитывая общее направление стока по соседнему и вышележающему хорошо изученному альб-нижнесеноманскому водоносному горизонту [2] и характер распределения гидроизопьез в междуречье Днепр – Сож и Днепр – Припять, можно предположить более заметное влияние на динамику потока в месте расположения скв. 22_1 северных и север-северо-восточных направлений, чем северо-западных и западных. Подобный характер распределения гидроизопьез можно допустить и для рассматриваемого келловейского водоносного горизонта в междуречье Днепр – Сож.

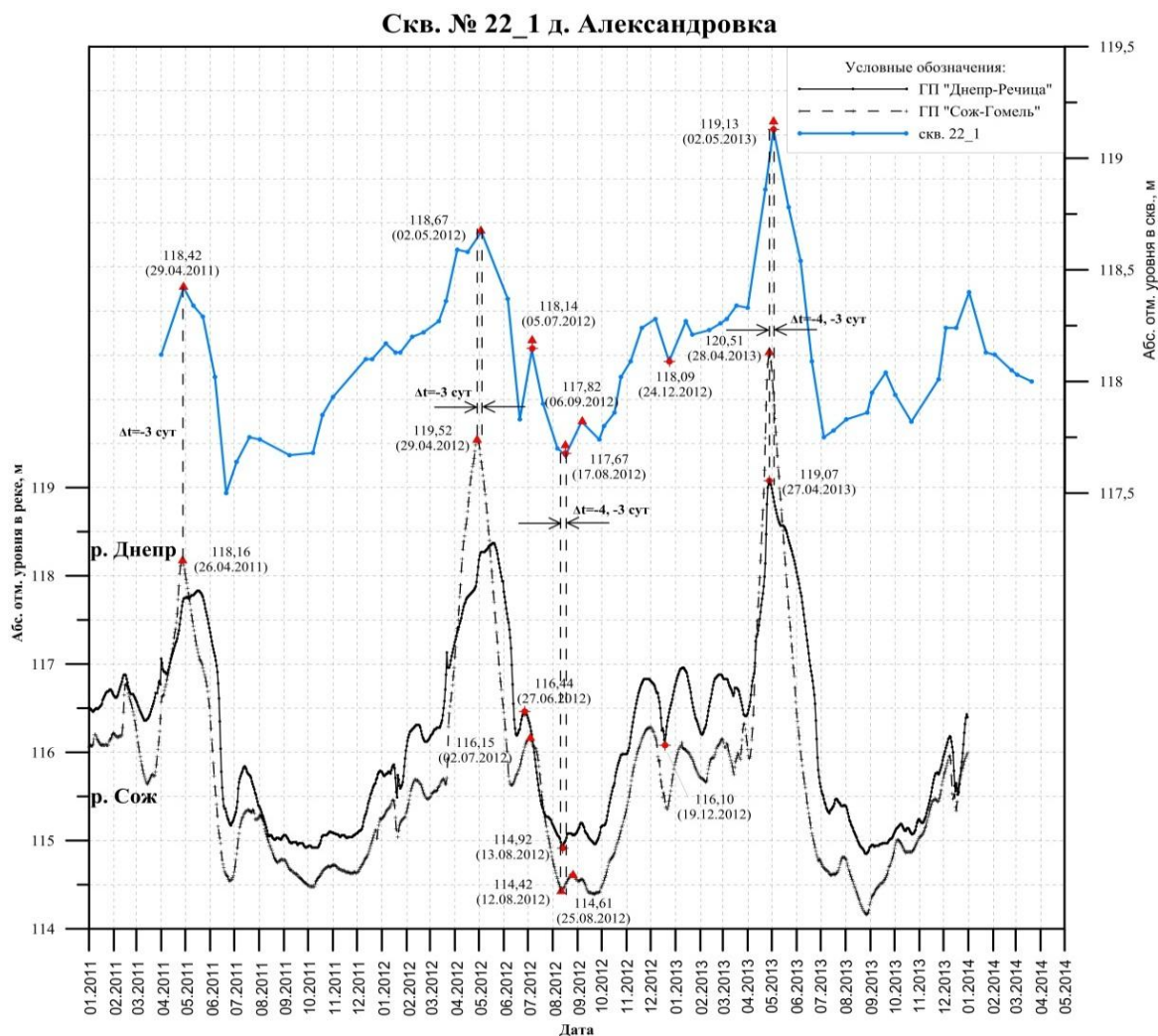


Рис. 1. Совмещенный график хода уровней подземных вод скв. 22_1 и поверхностных водотоков

Сравнение динамики уровенного режима вод скв. 22_1 и ГП Сож – Гомель даёт нормальную последовательность распространения возмущений в системе поверхностных и подземных вод, даже с учетом расстояния между пунктом сравнения и скважиной, которое составляет порядка 30 км. Хорошую сходимость показывают и периоды добегания возмущения от весеннего половодья и момента окончания летне-осенней межени р. Сож. Более высокие значения коэффициентов корреляции для ГП Сож – Гомель также подтверждают приоритет влияния режима р. Сож на режим уровней воды скв. 22_1.

Артезианские воды нижнетриасового водоносного комплекса

Для оценки взаимосвязи подземных нижнетриасового водоносного комплекса и поверхностных вод выбрана скважина расположенная в центральной части Припятского артезианского бассейна, находящаяся в подчинении РУП «ПО «Белоруснефть». Наибольшая информация по режиму данного горизонта получена в скв. 21, которая располагается в СОК «Солнечный берег» РУП «ПО «Белоруснефть» в д. Александровка.

Режим данной скважины, как и скважины 22_1, оборудованной на юрский горизонт, отзывчив режиму р. Сож, при этом время добегания возмущения сопоставимо со временем по юрскому горизонту, различие наблюдается лишь в амплитуде колебания уровня (рис. 1, 2).

Полученные расчетные значения и коэффициенты корреляции подчеркивают приоритетное влияние р. Сож. Амплитуды колебания в скважине сопоставима амплитуде колебания уровня в р. Сож и р. Днепр. Коэффициент корреляции по р. Сож составил 0,98, для р. Днепр – 0,82.

Сква. № 21 д. Александровка

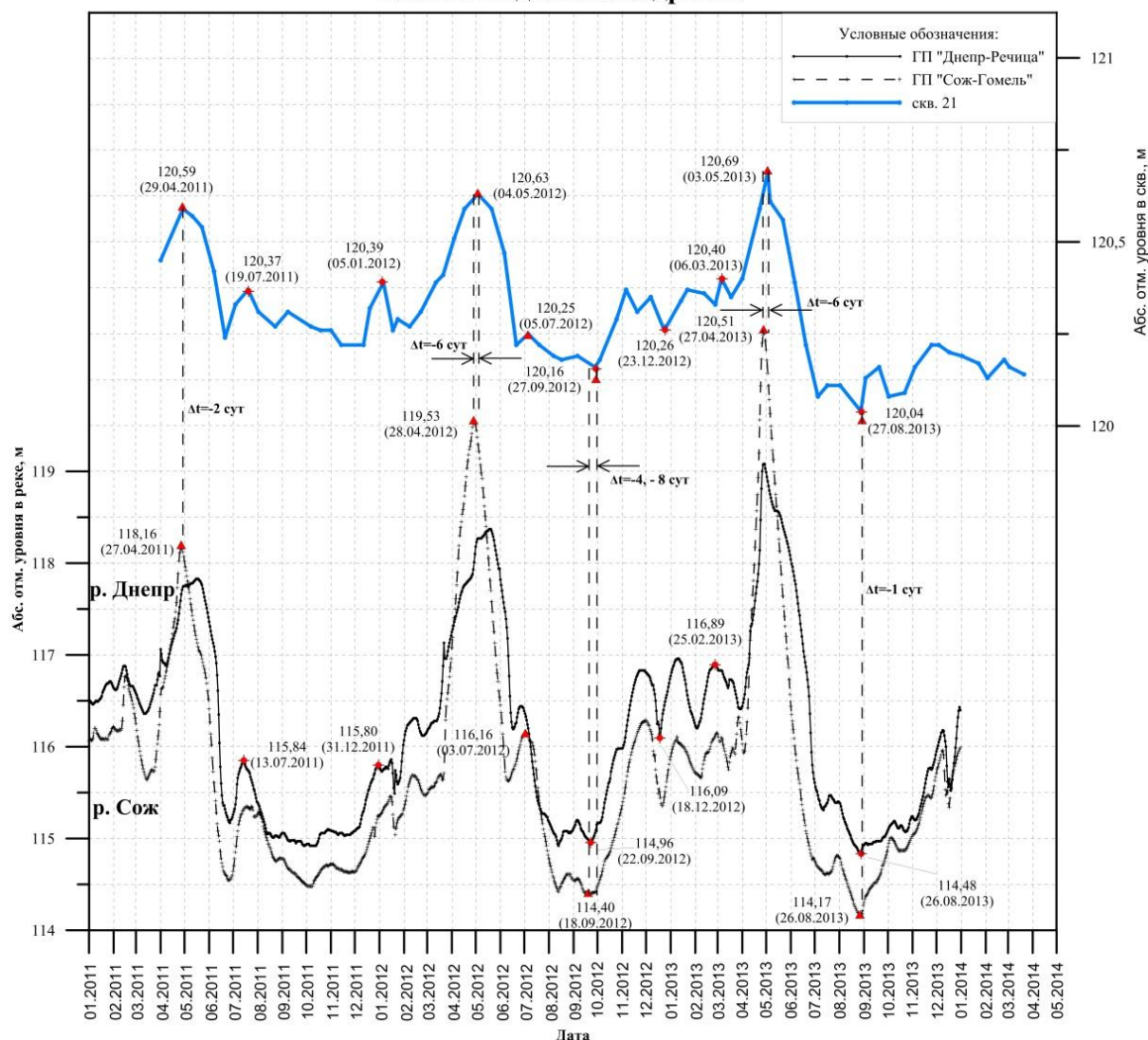


Рис. 2. Совмещенный график хода уровней подземных вод скв. 21и поверхностных водотоков

Заключение

По результатам исследований, проведенных автором, выявлена закономерность, заключающаяся в том, что подземные напорные воды, в пределах Припятского гидрогеологического бассейна, имеют годовой ход уровней, идентичный с годовыми изменениями здесь уровня поверхностных вод. Отличительной особенностью являются величины амплитуд и интенсивность их формирования, обусловленные глубиной залегания исследуемых подземных вод, техническим состоянием водозаборной части скважины, геолого-литологическим строением разреза, удаленностью от водотоков и водоемов.

Выводы и рекомендации

1. Наличие оперативной информации о режиме поверхностных вод позволит скорректировать моменты замера уровней подземных вод с тем расчетом, чтобы момент замера максимально приблизить к экстремумам уровней подземных вод при проведении режимных наблюдений с низкой частотой наблюдений. Также с учетом гидрологических данных можно подобрать наиболее рациональную частоту и периодичность режимных наблюдений уровней подземных вод в новых скважинах в первый год наблюдений (оптимизация наблюдений) [3].

2. При наличии даже единичных измеренных значений уровней подземных вод в скважинах имеется возможность восстановить общую направленность динамики статического уровня при наличии режимных гидрологических данных. Возможность оценки динамики подземных вод может быть использована при гидрохимических исследованиях в тех случаях, когда отсутствует информация об уровнях подземных вод.

3. Расчет периода добегания возмущения от поверхностных вод дает косвенную оценку активности гидравлической связи их с водами подземными. Для более точного расчета периода добегания возмущения следует в некоторых случаях делать пересчет гидрологических данных на уровень створа изучаемого объекта и учесть активность развития гидрологических процессов.

4. Данные об уровненом режиме подземных вод, получаемые на освоенных участках недр эксплуатирующими предприятиями в процессе режимных наблюдений, после отбраковки могут быть использованы в системе регионального мониторинга [4].

Литература

1 Режим подземных вод: Науч. издание / Г.Н. Каменский, Н.Н. Биндеман [и др.]; под ред. Г.Н. Каменского. – Л., 1938. – 188 с.

2 Коробейников Б.И. Особенности формирования эксплуатационных запасов альб-нижнесеноманского водоносного горизонта на территории Белоруссии: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Минск, 1988. – 166 с.

3 Рудько В.С. Гидравлический режим подземных и поверхностных вод Припятского гидрогеологического бассейна и оптимизация режимных наблюдений // Новое в познании процессов рудообразования: Сб. науч. тр. – М.: ИГЕМ РАН, 2014. – С. 239–240.

4 Рудько В.С., Рагина А.Г. Теория взаимосвязи режимов поверхностных и подземных вод. Упругая передача возмущения // Актуальные вопросы наук о Земле в концепции устойчивого развития Беларуси и сопредельных государств: Сб. науч. тр. – Гомель, ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – С. 121–123.

УДК 556.38.04(571.66)

В.А. Швецов¹, Б.А. Опрышко², О.А. Белавина¹, В.В. Кириносенко¹

¹*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;*

²*Петропавловский водоканал,
Петропавловск-Камчатский, 683009
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ НА БЫСТРИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, НА КАЧЕСТВО ВОДЫ

В статье приведены результаты химического и микробиологического анализа воды на соответствие с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01 за 2013–2015 гг. Быстринского месторождения, скважина № 80. Показано, что после установки на скважину защитного оголовка и реконструкции приустьевых замка все показатели воды пришли в соответствие с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01.

Ключевые слова: водоснабжение, подземные питьевые воды, наблюдательная скважина, защитный оголовок, анализ воды

V.A. Shvetsov¹, B.A. Opryshko², O.A. Belavina¹, V.V. Kirnosenko¹

¹*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;*

²*PetropavlovskyVodokanal,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

INFLUENCE OF INNOVATIVE ACTIVITIES PERFORMED IN BYSTRINSKOE DEPOSIT OF DRINKING GROUNDWATERS ON WATER QUALITY

Chemical and microbiological water analysis for the correspondence with the Sanitary regulations and Norms (SanR and N) 2.1.4.1074-01 for 2013–2015 of Bystrinskoe deposit, well № 80 is resulted. It is shown that after mounting a protective head wall and reconstructing a well head lock all water indicators have been brought to the correspondence with the SanR and N 2.1.4.1074-01.

Key words: water supply, drinking underground waters, observation hole, protective head wall, water analysis.

Для создания территории опережающего развития в Петропавловск-Елизовской агломерации необходимы дополнительные источники питьевой воды. Наиболее перспективным источником питьевой воды является Быстринское месторождение подземных питьевых вод (БМПВ) [1–9]. Подготовкой этого месторождения к эксплуатации занимается МУП «Петропавловский водоканал». Для повышения эффективности работ, выполняемых при обустройстве БМПВ сформирован творческий коллектив, в состав которого входят работники МУП, а также сотрудники, студенты и курсанты Камчатского государственного технического университета. За время своей работы творческий коллектив разработал и внедрил на БМПВ пять полезных моделей оголовков скважин, защищенных патентами [10–14], восстановил приустьевые замки на отдельных скважинах. Выполнение этих инновационных мероприятий на БМПВ способствовало повышению качества питьевых вод, вследствие защиты их от загрязнения. Это подтверждается результатами химического и бактериологического анализа воды, выполненного аккредитованной лабораторией МУП «Петропавловский водоканал». Результаты анализа приведены в табл. 1.

Результаты химического и бактериологического анализов воды БМППВ (скважина № 80)

№ п/п	Наименование компонента	ПДК, не более	Результаты исследований			НД на методы исследований
			2013 г.	2014 г.	2015 г.	
1	Запах при 20/60°C, балл	2/2	0/0	0/0	0/0	ГОСТ 3351-74
2	Привкус при 20°C, балл	2	0	0	0	ГОСТ 3351-74
3	Цветность, градус (Сг-Со)	20	45*	0	0	ГОСТ Р 52769-2007
4	Мутность, мг/дм ³	1,5	3,71*	менее 0,29	менее 0,29	ГОСТ 3351-74
5	рН, единиц рН	6–9	7,50	8,06	7,42	ПНДФ 14.1:2:3:4.121-97
6	Сухой остаток, мг/дм ³	1000	41	98	193	ГОСТ 18164-72
7	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,1	0,041	менее 0,005	менее 0,005	ПНДФ 14.1:2:4.128-98
8	Жесткость, °Ж	7,0	0,57	0,8	0,90	ГОСТ 52407-2005
9	Окисляем. перм., мг.О/дм ³	5,0	менее 0,25	менее 0,25	0,87	ПНДФ 14.2:4.154-99
10	Железо, мг/дм ³	0,3	0,22	менее 0,05	менее 0,05	ГОСТ 4011-72
11	Марганец, мг/дм ³	0,1	0,08	менее 0,01	менее 0,01	ПНДФ 14.1:2:4.188-02
12	Сульфаты, мг/дм ³	500	39	19	16	ГОСТ 4389-72
13	Хлориды, мг/дм ³	350	3,0	2,9	2,4	ГОСТ 4245-72
14	Нитраты, мг/дм ³	45	3,3	7,8	6,8	ГОСТ 18826-73
15	Алюминий, мг/дм ³	0,5	0,03	0,02	0,02	ГОСТ 18165-89
16	Нитриты, мг/дм ³	3,0	0,051	0,004	0,009	ГОСТ 4192-82
17	Аммиак, мг/дм ³	2,0	0,34	менее 0,05	менее 0,05	ГОСТ 4192-82
18	Фенолы, мг/дм ³	0,001	0,0010	менее 0,0005	менее 0,0005	ПНДФ 14.1:2:4.188-02
19	КОЕ в 1 мл воды	50	0	0	0	МУК 4.2.1018-01
20	КОЕ ОКБ в 100 мл воды	Отс.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	МУК 4.2.1018-01
21	КОЕ ТКБ в 100 мл воды	Отс.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	МУК 4.2.1018-01

Примечание. Значения отмеченные *, не соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01.

Из результатов исследований проб воды отобранных на скважине № 80 следует, что после установки на скважину защитного оголовка и реконструкции приустьевоего замка все показатели воды пришли в соответствие с требованиями СанПиН 2.1.4.1074-01.

Литература

1. *Опрышко Б.А.* Отчет о выполненных работах на Восточном участке Быстринского месторождения питьевых подземных вод в 2014 г. – Петропавловск-Камчатский: Муниципальное унитарное предприятие Петропавловск-Камчатского городского округа «Петропавловский водоканал». – 2015. – С. 72.
2. *Опрышко Б.А., Швецов В.А., Фиронов Ю.Н., Цыганов Д.А., Белавина О.А.* Оптимизация сети наблюдательных пунктов для изучения режима питьевых подземных вод Быстринского месторождения // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. (24–26 марта 2015 г.) – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 115–118.
3. *Опрышко Б.А., Швецов В.А., Петренко О.Е., Белавина О.А.* Создание стратегического резерва питьевой воды на базе Быстринского месторождения подземных вод // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.) – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – Ч. 2. – С. 132–134.
4. *Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А.* Освоение восточного участка Быстринского месторождения пресных подземных вод, проблемы и перспективы развития // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.) – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 43–46.

5. *Швецов В.А., Опрышко Б.А.* О необходимости создания децентрализованной системы водоснабжения в южной части Петропавловск-Камчатского округа // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. (20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 158–161.

6. *Опрышко Б.А., Швецов В.А., Шунькин Д.В.* Обоснование необходимости разработки нового типа электроуровнемера для измерения динамического и статического уровней воды в скважинах // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. (15–18 марта 2011 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – С. 65–66.

7. *Примаков А.С., Родимов Н.В., Швецов В.А.* Анализ современного состояния электрохимической активации воды, проблемы и перспективы её развития в КамчатГТУ // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. (15–18 марта 2011 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – С. 73–74.

8. *Швецов В.А., Опрышко Б.А.* Обеспечение питьевой водой жителей Петропавловск-Камчатского городского округа при ЧС // Сб. тр. «Комплексное обеспечение региональной безопасности». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – (295 с.) – С. 99–100.

9. *Швецов В.А., Лякишев М.С., Касперович Е.В., Потапеня В.А., Сергеева С.П.* Разработка методики исчисления размера взыскания за ущерб, нанесённый в результате загрязнения и засорения водных объектов Камчатской области // Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения: Материалы регион. науч.-практ. конф. (23–25 ноября 2004 г.) – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2004. – С. 193–194.

10. Пат. 154509 Российская Федерация. Оголовок наблюдательной скважины со статическим уровнем ниже поверхности земли / Опрышко Б.А., Швецов В.А., Петренко О.Е., Белавина О.А., Бессонов А.Ю. / заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). – № 2014150807; заявл. 15.12.2014. опубл. 27.08.2015, бюл. № 24.

11. Пат. 145347 Российская Федерация, U1 МПК E21B 33/03 (2006.01). Оголовок наблюдательной самоизливающейся скважины / Опрышко Б.А., Швецов В.А., Петренко О.Е., Белавина О.А., Коростылёв Д.В. / заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). – № 2014118257/03; заявл. 06.05.2014. опубл. 20.09.2014, бюл. № 26.

12. Пат. 139322 Российская Федерация, U1 МПК E21B 33/068 (2006.01). Оголовок наблюдательной скважины с переменным статическим уровнем / Опрышко Б.А., Швецов В.А., Петренко О.Е., Белавина О.А. / заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). – № 2013152504/03; заявл. 26.11.2013. опубл. 10.04.2014, бюл. № 10.

13. Пат. 133189 Российская Федерация, U1 МПК E21B 33/068 (2006.01). Оголовок наблюдательной самоизливающейся скважины / Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А. / заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). – № 2013109450/03; заявл. 04.03.2013. опубл. 10.10.2013, бюл. № 28.

14. Пат. 159851 Российская Федерация. Оголовок для аварийной наблюдательной самоизливающейся скважины / Опрышко Б.А., Швецов В.А., Петренко О.Е., Лях А.П., Белавина О.А. / заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). – № 2015131585; заявл. 29.07.2015. опубл. 10.02.2016, бюл. № 4.

**СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ
И ИХ АДРЕСА**

ГУП «Петропавловский водоканал»

683017, г. Петропавловск-Камчатский, пр. Циолковского 3/1

Тел.: (4152) 21-86-10, факс (4152) 21-86-29

E-mail: Priemnaya@pkvoda.ru

ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича» (ПИНРО)

183038, г. Мурманск, ул. Книповича, 6

Тел.: (8152) 47-25-32; факс: (8152) 47-33-31

E-mail: persey@pinro.ru

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО)

107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17

Тел.: (499) 264-93-87; факс: (499) 264-91-87

E-mail: vniro@vniro.ru

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»

236000, г. Калининград, пр. Советский, 1

Тел.: (4012) 99-59-01; факс: (4012) 91-68-46

E-mail: rector@klgtu.ru

ФГБНУ «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр» (ТИНРО-Центр)

690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Тел./факс: (423) 23-00-751

E-mail: www.tinro-center.ru

ФГУП «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, Хабаровский филиал» (ХФТИНРО)

680000, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13-А

Тел./факс: (4212) 31-54-47

E-mail: khv@tinro.khv.ru

ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»

414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

Тел.: (8512) 25-09-23, факс (8512) 25-73-68

E-mail: post@astu.org

ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» (ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»)

690950, г. Владивосток, ул. Луговая, 52-б

Тел.: (4232) 44-03-06, факс (4232) 44-24-32

E-mail: 4232441176@mail.ru

Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова (АРГУ им. К. Жубанова)

030000, Казахстан, г. Актобе, пр. А.Молдагуловой, 34

Тел.: 8 (7132) 54-06-19

E-mail: info@arsu.kz

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины
246019, Беларусь, г. Гомель, ул. Советская, 104
Тел.: 8 (0232) 60-73-71, факс 57-81-11
www.gsu.by

НОУ ВПО «Таганрогский институт управления и экономики» (НОУ ВПО ТИУиЭ)
347900, г. Таганрог, ул. Петровская, 45
Тел.: (8634)-383-360
E-mail: info@tmei.ru

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»
355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
Тел.: (8652) 95-68-08, факс: (8652) 95-68-03
E-mail: info@ncfu.ru

Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка
220030, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Советская, 18
Тел./факс: 375 (17) 226-40-24
E-mail: bspu@bspu.unibel.by

Белорусский государственный экономический университет
220125, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Ложинская, 5-9
Тел.: 375 (17) 229-12-98
E-mail: press@bseu.by

ФГБНУ «Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (КамчатНИРО)
683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18
Телефон, факс: (415-2) 41-27-01
E-mail: kamniro@kamniro.ru

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (ФГБОУ ВО «КубГУ»)
Адрес: 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149
Телефон: 8(861)219-95-01
Факс: 8(861)219-95-17
E-mail: rector@kubsu.ru

Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр (НУНИМБЦ) филиал ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (ФГБОУ ВО «КубГУ»)
353905, г. Новороссийск, ул. Набережная, 43
Тел./факс: (861-7)71-57-97, 71-20-13
E-mail: biozentr@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «Морской государственный университет имени адм. Г.И. Невельского»
690003, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, д.50а
Телефон: (423) 230-12-51
Факс: (423) 251-76-39
E-mail: office@msun.ru

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
119991, г. Москва, Ленинские горы, 1
Телефон: (495) 939-10-00
Факс: (495) 939-01-26
www.msu.ru
E-mail: info@rector.msu.ru

ФГБНУ «Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (СахНИРО)

693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Телефон: (4242) 45-67-79

Факс: (4242) 45-67-78

E-mail: sakhniro@sakhniro.ru

ФГБНУ «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук» (ИПЭЭ РАН)

119071, г. Москва, Ленинский проспект, 33.

Телефон: (495) 954-75-53;

Факс: (495) 954-55-34;

E-mail: admin@sevin.ru

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, 6

Телефон: +7 (4152) 424740

Факс: +7 (4152) 412464

E-mail: kftigkamchatka@mail.ru

Ответственный за выпуск В.И. Карпенко

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ОХРАНА,
ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
(22–24 марта 2016 г.)*

Часть II

В авторской редакции
Технический редактор О.А. Лыгина
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 22.03.2016 г.
Формат 61*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 16,26. Уч.-изд. л. 16,62. Усл. печ. л. 17,44
Тираж 200 экз. Заказ № 16

Издательство
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35