

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

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

*Материалы  
VIII Всероссийской научно-практической конференции,  
посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке*

*(12–14 апреля 2017 г.)*

***Часть I***



Петропавловск-Камчатский  
2017

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск  
доктор биологических наук  
*Н.Г. Клочкова*

Редакционная коллегия

*В.И. Карпенко, д.б.н.; О.А. Белов, к.т.н.; А.А. Бонк, к.б.н.;*  
*М.В. Ефимова, к.б.н.; Г.А. Лазарев, к.с.-х.н., Н.С. Салтанова, к.т.н.;*  
*Н.А. Ступникова, к.б.н.; Л.М. Хорошман, к.г.н.;*  
*М.П. Гузь, специалист по НТИ ОНИ*

П77

**Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование** : материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.) : в 2 ч. / отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2017. – 198 с.

ISBN 978-5-328-00364-3  
ISBN 978-5-328-00365-0 (ч. I)

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 978-5-328-00365-0 (ч. I)  
ISBN 978-5-328-00364-3

© КамчатГТУ, 2017  
© Авторы, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Левков С.А.</b> Приветственное слово ректора ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет» .....	6
---	---

### ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<b>Галицын В.М.</b> Рыбохозяйственный комплекс Камчатского края (основные итоги работы и первоочередные задачи) .....	8
<b>Гаврилов С.В.</b> Начало высшего рыбохозяйственного образования на Камчатке .....	14
<b>Карпенко В.И., Лобков Е.Г., Бонк А.А.</b> Формирование продуктивности лососевых рыб в малых водотоках Камчатки (на примере реки Коль) .....	19

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

<b>Афейчук Л.С.</b> Ресурсы и современное состояние промысловых скоплений анадары Броутона ( <i>Anadara broughtonii</i> ) в заливе Петра Великого (Японское море).....	29
<b>Балыкин П.А., Старцев А.В.</b> Результаты вселения пиленгаса в Азово-Черноморский бассейн .....	34
<b>Болкунов О.А., Пашинова Н.Г., Москул Г.А.</b> Современное состояние биологических ресурсов реки Ея и их рациональное использование.....	38
<b>Боркин И.В.</b> Значение сайки Баренцева моря в питании белухи.....	42
<b>Бортников Е.С., Стрижакова Т.В., Шевкоплясова Н.Н.</b> Состояние паразитофауны основных промысловых рыб Азовского и Черного морей в 2016 г. ....	46
<b>Бугаев Л.А., Войкина А.В., Ружинская Л.П.</b> Функциональное состояние пиленгаса ( <i>Liza haematocheila</i> , Temminck & Shlegel) Азово-Черноморского бассейна в 2016 г. ....	50
<b>Будникова Л.Л., Седова Л.Г., Рачков В.И., Шевченко Г.Г.</b> Влияние гидрологических условий на размерно-половой состав скоплений двух массовых видов мизид в заливе Петра Великого (Японское море).....	53
<b>Булатова Т.В., Ванюшин Г.П., Клочков Д.Н.</b> Влияние температуры поверхности океана в период основного нереста трески (акватория Лофотенских островов) в 1998–2012 гг. на ее пополнение .....	58
<b>Введенская Т.Л., Шатрова А.В.</b> Результаты биологического анализа молоди кижуча озера Большой Вилюй в 2015–2016 гг. ....	63

<b>Гаврилова Г.С.</b>	
Современное состояние и проблемы развития дальневосточной марикультуры .....	68
<b>Дуленин А.А.</b>	
Положительный опыт использования салазочной водорослевой гребенки на промысле сахарины японской в северо-западной части Татарского пролива.....	72
<b>Евсеева Н.В.</b>	
К вопросу о рациональном промысле ламинариевых водорослей Сахалино-Курильского региона .....	77
<b>Еремеева Р.С., Полин А.А.</b>	
Сравнительный анализ пластических признаков черноморской ставриды ( <i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> ) трех акваторий восточной части Черного моря .....	82
<b>Жигин А.В., Арыстангалиева В.А., Ковачева Н.П.</b>	
Влияние температуры воды на рост и выживаемость австралийских красноклешневых раков .....	86
<b>Жильцова Л.В.</b>	
Изменения видового состава и структуры макрофитобентоса бухты Новицкого (залив Находка, Японское море) .....	90
<b>Злотников А.С., Каширин А.В., Сирота Ю.В.</b>	
Современное состояние ресурсов кормовой базы реки Куматырь и оценка степени ее загрязнения по фитопланктону .....	93
<b>Исаева О.М., Гайденок Н.Д., Заделенов В.А.</b>	
Структура популяции полупроходных рыб реки Енисей на примере длинноциклового вида <i>Stenodus leucichthys nelma</i> нельма .....	98
<b>Карнаухов Г.И., Злотников А.С.</b>	
Видовой состав зообентоса и его роль в формировании рыбопродуктивности некоторых водоемов комплексного назначения Ставропольского края .....	106
<b>Карпенко В.И., Айтукаев К.И., Куприянов С.В.</b>	
Темп роста малоротых корюшек северо-восточной Камчатки .....	111
<b>Каширин А.В., Карнаухов Г.И.</b>	
Реконструкция ихтиофауны в водохранилище Волчьих ворот Ставропольского края .....	116
<b>Кашутин А.Н., Андреев В.А., Климова А.В.</b>	
Сезонное развитие бурой водоросли <i>Fucus evanescens</i> в Авачинской губе .....	120
<b>Кривопускова Е.В., Мычкова А.В., Шibaев С.В., Соколов А.В.</b>	
Характеристика питания европейской ряпушки озера Виштынецкого в периоды с различной интенсивностью потребления пищи .....	125
<b>Кулепанов В.Н., Дробязин Е.Н.</b>	
Оценка биомассы макрофитов при траловых съемках в нижней зоне сублиторали Приморья .....	130
<b>Лаптева А.М., Плотницyna Н.Ф.</b>	
Хлорированные углеводороды и микроэлементы в промысловых рыбах Баренцева моря .....	132
<b>Лепская Е.В., Коваль М.В., Бугаев В.Ф., Тепнин О.Б., Гаврюсева Т.В., Галямов Р.С., Заочный И.А.</b>	
Состояние популяции кокани в Толмачевском водохранилище в 2016 г. ....	137
<b>Лопатина Н.А., Климова А.В., Клочкова Н.Г.</b>	
Современный видовой состав массовых представителей макрофитобентоса Авачинской губы и его сезонные изменения .....	142
<b>Марченко С.Л., Волобуев М.В., Хаменкова Е.В., Поспехов В.В.</b>	
Особенности покатной миграции молоди горбуши и кеты реки Тауй .....	148
<b>Марченко С.Л., Голованов И.С., Хованская Л.Л., Кащенко Е.В., Сачков М.М.</b>	
Жилая нерка озера Киси (реки Ола) .....	154

<b>Нешадим Я.Ю., Пашков А.Н., Денисенко О.С.</b>	
Особенности развития зоопланктона в некоторых притоках реки Пшеха .....	157
<b>Николаев А.М., Алексеев М.Ю., Зубченко А.В.</b>	
Изменение морфофизиологических показателей молоди семги одной генерации при ее выращивании в условиях разных лососевых рыбоводных заводов .....	160
<b>Пронюк А.А.</b>	
Современное состояние промысла северной путассу ( <i>Micromesistius poutassou</i> ) в северо-восточной Атлантике .....	164
<b>Седова Н.А., Григорьев С.С.</b>	
Распределение и численность личинок креветок у юго-восточного побережья Камчатки .....	169
<b>Седова Л.Г., Рачков В.И., Будникова Л.Л., Шевченко Г.Г.</b>	
Влияние гидрологических условий на распределение мизид в заливе Петра Великого (Японское море) .....	173
<b>Токранов А.М.</b>	
Рогатковые рыбы рода <i>Gymnacanthus</i> (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов .....	176
<b>Федотов П.А.</b>	
Текущее состояние запасов краба-стригуна берди и ближайшие перспективы его промысла в Западно-Беринговоморской зоне .....	181
<b>Фролова Я.Н., Морозова М.А.</b>	
Чувствительность к антимикотикам грибов рода <i>Candida</i> , циркулирующих в хозяйствах аквакультуры .....	186
<b>Царева В.А., Ванюшин Г.П., Кружалов М.Ю, Сапунова Е.В.</b>	
Температурные условия обитания горбуши и кеты после ската в прибрежных водах восточного Сахалина и острова Итуруп в 2013–2016 гг. ....	190
<b>Чалиенко М.О., Турчинская К.А.</b>	
Особенности роста непромысловых особей серого морского ежа ( <i>Strongylocentrotus intermedius</i> ) у северо-западного побережья Японского моря .....	194

**ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО  
РЕКТОРА ФГБОУ ВО «КАМЧАТСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
СЕРГЕЯ АНДРЕЕВИЧА ЛЕВКОВА**

Уважаемые коллеги и участники конференции!



Рад приветствовать вас на открытии VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование»!

Камчатский государственный технический университет – одно из старейших образовательных учреждений города, история его насчитывает 75 лет. Все началось с открытия в 1942 г. Петропавловск-Камчатского морского рыбопромышленного техникума, который имел три отделения: технологическое, судоводительское, судомеханическое.

В настоящее время Камчатский государственный технический университет является профильным техническим вузом, готовящим кадры для рыбной промышленности и других отраслей экономики Камчатского края и обеспечивающим научные разработки по вопросам рационального использования природных ресурсов, создания новых технологий переработки и воспроизводства сырья, технического перевооружения рыбной отрасли.

Наука в университете занимает особое положение, решая актуальные социально-экономические задачи и проблемы, стоящие перед отраслью и Камчатским регионом, обеспечивая подготовку научно-педагогических кадров, активно воздействуя на повышение уровня выпускаемых специалистов. Развитие науки определяется запросами современной жизни, которые требуют от нее качественного преобразования экономики, технологического прорыва в область высоких наукоемких технологий. Наши ученые, их статьи и монографии, научные разработки и патенты хорошо знают на Камчатке, в стране и за рубежом. Им по плечу решение самых сложных научных задач.

Университет располагает научными кадрами и развитой научно-исследовательской и инновационной инфраструктурой, обеспечивающими проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. Основная часть выполняемых в университете исследований носит прикладной характер. Это обусловлено, прежде всего, спецификой вуза и необходимостью развития в нем прикладных научных направлений, обеспечивающих развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края. Определенную роль в выборе научных направлений играет степень обеспеченности кафедр научным оборудованием и финансовыми ресурсами, необходимыми для развития исследований в области естественных, технических и социально-экономических наук.

Наша конференция рассматривает вопросы природопользования, состояния запасов природных ресурсов и их преобразования в продукты потребления и жизнеобеспечения человека. Проблема сохранения природных ресурсов Камчатского края на сегодняшний день весьма актуальна. Главной целью развития рыбохозяйственного комплекса Камчатки является сохранение и воспроизводство водных биологических ресурсов, их эффективное и рациональное освоение

в районах промысла, развитие комплексной переработки гидробионтов. Природно-ресурсный потенциал Камчатского края – это, прежде всего, изымаемая часть природных ресурсов: водных биологических, лесных, земельных и других.

Если оценивать уровень использования всего, чем нас одарила камчатская природа, то следует признать, что свои ресурсы мы пока недоиспользуем. Важным условием их дальнейшего освоения является соблюдение щадящего режима эксплуатации этих богатств и повышение эффективности их использования в интересах жителей региона и страны. Для этого должны быть ужесточены предельно допустимые нормы и нормативы отходов производства, выбрасываемых в окружающую среду, разработаны новые принципы хозяйствования, повышающие налоговую и социальную отдачу от использования ресурсов. Принципу соблюдения этих норм должны быть подчинены все применяемые технологии и эксплуатируемая техника.

Научно-практическая конференция проводится в целях формирования благоприятной среды для научной деятельности, стимулирования развития приоритетных для края научных направлений, более полного использования научного потенциала для решения научно-технических и социально-экономических задач региона, установления новых и дальнейшего развития уже сложившихся творческих связей между учеными России, углубления интеграционных процессов между вузами, научными организациями и предприятиями, бизнесом и властью.

Сегодня в конференции принимают участие около 300 человек – это студенты и аспиранты высших учебных заведений, их научные руководители, деятели науки – сотрудники научно-исследовательских институтов, представители органов государственной власти, работники организаций, осуществляющих деятельность в области рационального природопользования.

Выражаю благодарность коллегам из всех перечисленных организаций за участие в работе конференции. Уверен, что наша совместная работа окажет положительное влияние на решения стоящих перед нами задач по сохранению природных ресурсов Камчатского края.

Желаю всем участникам и гостям успешной работы, плодотворных научных контактов и новых свершений!

С уважением,  
доктор социологических наук



С.А. Левков

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 639.2/.3(571.66)

**В.М. Галицын**

*Министерство рыбного хозяйства Камчатского края,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: fish@kamgov.ru*

### **РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС КАМЧАТСКОГО КРАЯ (ОСНОВНЫЕ ИТОГИ РАБОТЫ И ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ)**

В работе представлены основные итоги деятельности рыбохозяйственного комплекса Камчатского края в 2016 г. и перспективные направления его развития на ближайшие годы. Показано, что по итогам 2016 г. Камчатский край стал лидером по объемам добычи водных биологических ресурсов среди регионов Российской Федерации, и общий их вылов составил 1066 тыс. т. Это стало возможным благодаря внебюджетным инвестициям в рамках региональной программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края», реализуемой с 2014 г. Указаны четыре основные задачи, стоящие перед Министерством рыбного хозяйства на 2017 и ближайшие годы.

**Ключевые слова:** рыбопромышленный комплекс, рыбодобывающий флот, рыбоперерабатывающие предприятия, водные биоресурсы региона, продовольственный рынок края.

**V.M. Galitsyn**

*Ministry of Fisheries of Kamchatka Krai,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000  
e-mail: fish@kamgov.ru*

### **FISHERY COMPLEX OF KAMCHATKA KRAI (KEY OUTCOMES AND PRIORITIES)**

The paper presents the main results of fishery complex activity of Kamchatka Krai in 2016 and the perspectives for its development for the next years. It is shown that for 2016 Kamchatka Krai has become the leader in production volumes of water biological resources among regions of the Russian Federation, and their total catch has made 1066 thousand tons. It has become possible due to extrabudgetary investments within the regional program "Development of Kamchatka Krai fishery complex conducted since 2014. The 4 major objectives facing Ministry of Fisheries for 2017 and the next years are described.

**Key words:** fishery complex, fishing fleet, fish processing factories, water bioresources of the region, food.

Министерство рыбного хозяйства края является отраслевым органом управления, и его работа направлена, прежде всего, на достижение основной стратегической цели Правительства Камчатского края – формирование развитой экономики и комфортных условий жизни населения, достижение достойного уровня социально-экономического развития региона.

Рыбная отрасль традиционно является доминирующей в хозяйственной жизни Камчатского края, которая определяет направления и динамику развития многих других секторов экономики региона. Деятельность Министерства рыбного хозяйства края в отчетном периоде, в соответствии с возложенными полномочиями была направлена на достижение цели создания условий для устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса.

Несмотря на сложную экономическую ситуацию в стране, своевременное решение возложенных на Правительство Камчатского края задач, слаженная работа региональных органов вла-

сти, конструктивный диалог с федеральными органами исполнительной власти, успешная деятельность рыбохозяйственных организаций позволили достичь положительных результатов работы комплекса в 2016 г.

Так, по итогам 2016 г. Камчатский край в 9-й раз стал лидером по объемам добычи (вылова) водных биоресурсов среди регионов не только Дальнего Востока (доля – более 34%), но и России в целом (доля – более 22%) (рис. 1). Вылов всех гидробионтов камчатскими рыбаками стал рекордным за весь постсоветский период, в третий раз превысив миллионную отметку, и составил 1066 тыс. т (2015 г. – 982 тыс. т; рост составил 108,6%).

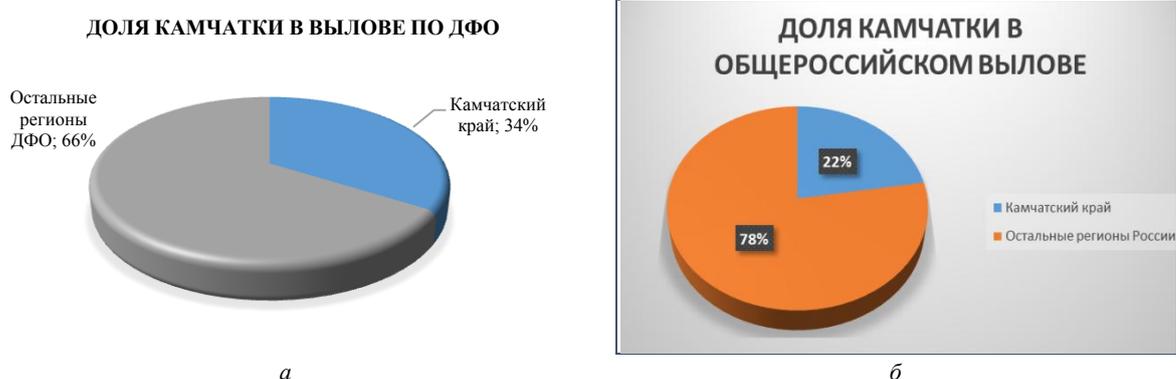


Рис. 1. Доля Камчатского края в вылове водных биоресурсов по Дальневосточному федеральному округу (а) и по Российской Федерации (б) в 2016 г.

Достижение такого результата в немалой степени обеспечили своевременные решения руководства страны в отношении запрета дрейфтерного промысла с 1 января 2016 г. В частности, вылов лососей в 2016 г. на Камчатке составил более 230 тыс. т, или 54% от общероссийского вылова данного вида водных биоресурсов. Также Камчатка занимает первое место по добыче минтая, вылов которого по итогам года составил 515 тыс. т (рис. 2).

#### Объем вылова по основным видам водных биоресурсов в 2014-2016 гг.

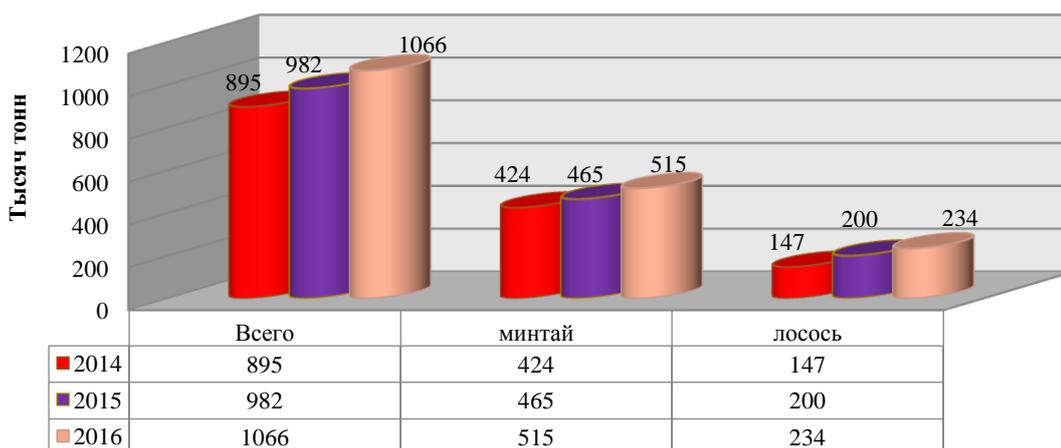


Рис. 2. Динамика вылова водных биоресурсов рыбохозяйственными организациями Камчатского края в 2014–2016 гг.

В 2016 г. впервые после более чем 25-летнего перерыва возобновлен промысел дальневосточной сардины (иваси), ранее известной под брендом «сельдь иваси». Хотя объемы ее вылова пока незначительные, данный промысловый объект является весьма перспективным для рыбной отрасли региона. К сожалению, существует ряд сдерживающих факторов – прежде всего, это отсутствие специализированного флота, а также скоординированных действий по организации промысла, что ставит определенные задачи перед органами власти на перспективу.

В настоящее время в Камчатском крае функционируют свыше 500 предприятий, ведущих рыбохозяйственную деятельность с круглогодичным либо сезонным производственным циклом, более 200 из которых осуществляют вылов водных биологических ресурсов.

Основой рыбной отрасли края является добывающий флот: это более 650 крупно-, средне- и малотоннажных рыбодобывающих судов, обеспечивающих эффективность промысла разных видов гидробионтов (рис. 3).



Рис. 3. Добывающий флот предприятий рыбохозяйственного комплекса Камчатского края

Неотъемлемой частью рыбохозяйственного комплекса Камчатского края являются береговые перерабатывающие предприятия (рис. 4). В крае построено и действует более 190 рыбоперерабатывающих заводов с круглогодичным либо сезонным производственным циклом, из которых 17 осуществляют выпуск рыбных консервов. Суммарная суточная мощность заводов составляет более 12 тыс. т мороженой продукции, 1200 туб консервов, емкости для хранения мороженой продукции составляют более 130 тыс. т.



Рис. 4. Береговые рыбоперерабатывающие заводы

Ежегодно предприятиями Камчатского края выпускается более 850 тыс. т товарной пищевой рыбной продукции, включая рыбные консервы. По оперативным статистическим данным в 2016 г. предприятиями края произведено 859 тыс. т рыбо- и морепродукции. Объем отгруженных товаров в 2016 г. увеличился по сравнению с аналогичным периодом прошлого года и составил 63 млрд руб., или 113% по сравнению с 2015 г.

В 2016 г. камчатские производители поставили за рубеж 257 тыс. т продукции из водных биоресурсов, что составляет 105,5% к уровню 2015 г. Незначительное увеличение экспорта обусловлено ростом объемов вылова. При этом доля экспортных поставок снижена с 25 до 24%. Другими словами, понимая всю серьезность ситуации и поставленные руководством страны и региона задачи, предприятия не только сохранили, но и увеличили объем поставок продукции на внутренний рынок России.

Доля рыбохозяйственного комплекса в объемах промышленного производства увеличена с 59,4% (2015 г.) до 61,4% (2016 г.). Сальдированный финансовый результат рыбохозяйственных организаций (без учета субъектов малого предпринимательства) в 2016 г. составил 17,9 млрд руб.,

или 123% к уровню аналогичного периода 2015 г. При этом объем налоговых поступлений в отчетном 2016 г. составил 5,9 млрд руб., что в 1,3 раза превышает уровень 2015 г., а объем внебюджетных инвестиций только в рамках отраслевой Программы в 4,8 раза превысил уровень 2015 г. и составил 1,6 млрд руб.

Приведенные данные свидетельствуют о динамичном развитии регионального рыбохозяйственного комплекса и его значительной роли для экономики Камчатского края.

*Решение вопросов государственного управления в сфере рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов* в регионе в 2016 г. было направлено прежде всего на реализацию основных положений Послания, указов и поручений Президента, Правительства Российской Федерации, а также руководителей федеральных органов исполнительной власти, «Плана первоочередных мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в Камчатском крае в 2015 году и на 2016–2017 годы», «Плана мероприятий по содействию импортозамещению в сельском хозяйстве Камчатского края на 2015–2020 годы» в части:

- обеспечения продовольственной безопасности страны, конкурентоспособности продукции камчатских производителей и ее доступности для населения страны;
- привлечения инвестиций в отрасль, стимулирования модернизации рыбоперерабатывающего сектора и производства продукции глубокой степени переработки, в т. ч. на территориях опережающего социально-экономического развития;
- совершенствования механизма определения и закрепления за пользователями водными биоресурсами долей квот добычи (вылова) водных биоресурсов, увеличения срока их закрепления;
- совершенствования порядка организации осуществления прибрежного рыболовства;
- сохранения и увеличения ресурсной базы рыболовства; и др.

Среди приоритетных направлений деятельности исполнительных органов государственной власти необходимо отметить:

1. *Обеспечение населения региона качественной рыбной продукцией.* На 31 декабря 2016 г. реализация рыбы и морепродуктов в Камчатском крае осуществлялась 521 организацией розничной торговли, в т. ч. в семи стационарных специализированных магазинах, на трех розничных рынках и пяти постоянно действующих ярмарках (официальное открытие шестой ярмарки в г. Елизове было запланировано на февраль 2017 г.). Рыболовецкие компании являются участниками постоянно действующих продовольственных ярмарок.

В целях увеличения объемов продаж жителям Камчатского края рыбной продукции по доступным ценам Министерство рыбного хозяйства Камчатского края проводит системную работу по привлечению рыбохозяйственных организаций, имеющих собственные квоты и осуществляющих переработку водных биологических ресурсов, к реализации продукции через свои розничные магазины на территории Камчатского края с минимальными торговыми наценками. В регионе создана целая сеть магазинов, принадлежащих камчатским рыбохозяйственным компаниям: 27 специализированных торговых объектов по продаже рыбы и морепродуктов, принадлежащих группе компаний «41 регион», Рыболовецкому колхозу им. В.И. Ленина, ООО Артель «Народы Севера», ООО «Витязь-Авто», ООО «Тымлатский рыбокомбинат».

На одной из торговых площадок (КГАУ «Камчатский выставочно-инвестиционный центр») продолжается реализация пилотного проекта Правительства Камчатского края по продаже продуктов питания (в т. ч. рыбопродукции) с 10%-ной скидкой отдельным социально незащищенным категориям граждан (по карте «Золотая корона» «Камчатпрофитбанка»).

Необходимо отметить, что в целях обеспечения жителей региона качественной рыбной продукцией камчатских товаропроизводителей по приемлемым ценам и создания условий для более полного удовлетворения спроса населения отраслевые предприятия активно принимают участие в краевых праздничных, тематических, сезонных ярмарках, а также регулярных ярмарках выходного дня.

В октябре 2016 г. в г. Елизове открылся специализированный нестационарный магазин группы компаний «41 регион», в котором реализуется как собственная продукция, в т. ч. охлажденная рыба, так и продукция других камчатских рыбохозяйственных предприятий.

На регулярной основе Министерством рыбного хозяйства организован мониторинг розничных цен на отдельные виды рыбопродукции на продовольственном рынке края, результаты которого свидетельствуют о сдерживании роста цен для населения региона.

По состоянию на конец 2016 г. минимальные по г. Петропавловску-Камчатскому цены на охлажденную рыбопродукцию зафиксированы в специализированном рыбном магазине, принадлежащем ООО Артель «Народы Севера»: минтай – 50 руб./кг, треска – 80 руб./кг, навага –

45 руб./кг, камбала – 70 руб./кг, терпуг – 45 руб./кг, кальмар – 47 руб./кг, палтус черный (синекорый) – 170 руб./кг, палтус белокорый – 130 руб./кг. Кроме того, пенсионерам предоставляется 10%-ная скидка на рыбопродукцию предприятия.

Анализ показал, что в торговых точках, принадлежащих предприятиям – производителям рыбной продукции, розничная цена рыбы составила: минтая охлажденного б/г – от 50 до 80 руб./кг, минтая мороженого б/г – от 65 до 90 руб./кг, трески охлажденной б/г – от 80 до 120 руб./кг, трески мороженой б/г – от 90 до 140 руб./кг, камбалы охлажденной б/г – от 60 до 100 руб./кг, камбалы мороженой б/г – от 70 до 120 руб./кг, горбуши мороженой от 100 до 130 руб./кг. Для сравнения в г. Владивостоке в декабре 2016 г. оптовая стоимость минтая мороженого в среднем составляла 80 руб./кг, трески мороженой – 130 руб./кг, камбалы мороженой – 80 руб./кг, горбуши мороженой – 120 руб./кг.

2. В 2016 г. в рамках отраслевой региональной Программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса Камчатского края», реализуемой с 2014 г., продолжена работа по *стимулированию реализации инвестиционных проектов*:

а) по обновлению рыбопромыслового флота Камчатского края, предназначенного для осуществления прибрежного рыболовства, а также транспортировки уловов водных биологических ресурсов и продукции из них;

б) по строительству и модернизации береговых перерабатывающих производств, увеличению объема, расширению ассортимента, углублению и внедрению инновационных технологий переработки рыбной продукции, а также росту поставок высококачественной рыбной продукции на внутренний рынок Российской Федерации.

Несмотря на сложные экономические условия 2016 г., объем внебюджетных инвестиций в рамках Программы в 4,8 раза превысил уровень 2015 г. и составил 1 580 млн руб. (в т. ч. в развитие берега – 1 572,7 млн руб., обновление флота – 7,2 млн руб.). Объем господдержки составил 35,7 млн руб. В целом в рамках региональных программ начиная с 2010 г. организациям выплачено почти 210 млн руб.

В целях дополнительного стимулирования предприятий рыбохозяйственного комплекса, закрепления их в регионе посредством внедрения новых механизмов и видов государственной поддержки в рамках исполнения Перечня поручений Губернатора Камчатского края по реализации инвестиционного послания в Программу были внесены изменения, предусмотревшие предоставление нового вида финансовой поддержки за счет средств краевого бюджета – субсидий на возмещение части затрат рыбохозяйственных организаций и индивидуальных предпринимателей на уплату первого взноса (аванса) по договорам лизинга, а также увеличение размера возмещаемой части их затрат на уплату лизинговых платежей по договорам лизинга и процентов по инвестиционным кредитам (с одной третьей до двух третей).

В отчетном 2016 г. крупнейшему на сегодняшний день инвестиционному проекту по строительству современного рыбоперерабатывающего завода в с. Красном (инициатор – ООО «Тымлатский рыбокомбинат») присвоен статус особо значимого проекта Камчатского края, который дает право на получение дополнительной финансовой поддержки за счет средств краевого бюджета.

В целом в настоящее время рыбохозяйственными предприятиями реализуется 10 инвестпроектов с объемом инвестиционных вложений почти 11 млрд руб., и четыре проекта находятся в состоянии высокой степени готовности к реализации.

За период 2008–2016 гг. в обновление и модернизацию рыбопромыслового флота и береговых производств рыбохозяйственными предприятиями вложено более 18 млрд руб. В частности, за этот период:

– на побережьях полуострова построено 17 современных заводов, мощностью от 150 до 350 т в сутки, предназначенных для выпуска высококачественной и рентабельной рыбной продукции, производственные мощности увеличены более чем на 3300 т в сутки, объем холодильных мощностей для хранения рыбопродукции на 30 тыс. т, дополнительно создано более 2500 рабочих мест;

– на российской судостроительной верфи построено семь маломерных рыболовных сейнеров, предназначенных для прибрежного рыболовства и доставки уловов водных биоресурсов на территорию субъекта для дальнейшей переработки на береговых заводах; на вторичном рынке приобретено и модернизировано два транспортных судна, один СРТМ, три РС и два МРС, один МПЗ.

В целях объединения «инвестиционных усилий» рыбохозяйственных организаций региона, обеспечения более эффективного взаимодействия участников при реализации совместных про-

ектов в конце 2016 г. было принято решение о формализации рыбохозяйственного кластера и создании специализированной управляющей компании. Данное решение позволит поднять управление рыбохозяйственным комплексом на новый уровень, а также претендовать на получение мер государственной поддержки на реализацию совместных кластерных проектов за счет средств федерального бюджета.

3. *Сохранение прибрежного рыболовства, а значит, и всего берегового рыбоперерабатывающего комплекса*, в том виде, в котором он формировался на протяжении последних восьми лет, со всеми его достижениями благодаря устоявшимся «правилам игры» в отрасли, является первоочередной задачей, которую ставит перед собой руководство региона.

В течение длительного времени Правительство края боролось за возврат законодательной нормы об обязательной регистрации юридических лиц, осуществляющих прибрежное рыболовство в соответствующем субъекте Российской Федерации, исключение которой спровоцировало уход рыбохозяйственных предприятий с территории Камчатки.

Внесение по инициативе Камчатского края соответствующих изменений в законодательство о рыболовстве в 2016 г. в совокупности с оказываемыми мерами государственной поддержки предприятий рыбохозяйственного комплекса позволили вернуть в субъект два предприятия с объемами более 85 тыс. т водных биоресурсов.

4. Еще одним приоритетным направлением деятельности Министерства рыбного хозяйства края является создание условий для *развития аквакультуры* (лососеводства) как механизма увеличения ресурсной базы рыболовства полуострова.

Тихоокеанские лососи – это ценнейший воспроизводимый природный ресурс и национальное достояние России. Для Камчатки лососи являются биологическим ресурсом, имеющим ключевое значение для сбалансированного функционирования природных экосистем и устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса как основы стабильного социально-экономического положения региона.

Анализ, проведенный по государственному контракту профильным институтом, показал, что приоритетом развития аквакультуры на территории Камчатки должно стать создание рыбноводных хозяйств на небольших реках, с одной стороны имеющих невысокую ценность для сохранения генофонда, а с другой – пригодных для восстановления промысловых стад, популяции которых существенно подорваны, и создания новых.

Итоги проведенной НИР легли в основу подпрограммы «Развитие аквакультуры» отраслевой программы, в рамках которой рассматривается возможность строительства 14 ЛРЗ на реках полуострова за счет внебюджетных источников (расчетный объем внебюджетных средств по данному направлению составляет 2,5 млрд руб.). Объем средств краевого бюджета на реализацию подпрограммы в 2017–2020 гг. составит 50,5 млн руб. При условии полного завершения запланированных мероприятий и выхода заводов на проектную мощность следует ожидать, что выпуск молоди лососей в естественные водные объекты полуострова к 2020 г. составит 82,6 млн шт., а увеличение уловов тихоокеанских лососей примерно 7–10 тыс. т в год.

Направление развития аквакультуры является новым, но достаточно перспективным для Камчатки.

Основные задачи, которые Министерство рыбного хозяйства края ставит на 2017 г. и ближайшие годы в целом, включают:

- защиту интересов рыбохозяйственного комплекса (в т. ч. прибрежного рыболовства);
- обновление производственных мощностей комплекса;
- практическую реализацию мероприятий по созданию рыбохозяйственного кластера;
- создание условий для развития аквакультуры (лососеводства).

Приведенные выше данные свидетельствуют о положительной тенденции рационального использования биологических ресурсов прикамчатских вод и обеспечения высококачественной продукцией населения Камчатского края, Дальнего Востока и Российской Федерации в целом.

Рыбохозяйственный комплекс Камчатского края успешно развивается. На ближайшие годы разработаны перспективные направления его развития, они должны быть реализованы специалистами, которых готовят ведущие рыбохозяйственные университеты страны, в том числе и Камчатский государственный технический университет. Успех реализации обозначенных задач определяется сочетанием опыта ветеранов рыбного хозяйства и молодых специалистов-выпускников, применением наиболее современных и перспективных методов промысла и обработки всех доступных биологических ресурсов региона.

УДК 378:908(571.66)

**С.В. Гаврилов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: gavrilov\_sv@kamchatgtu.ru*

## **НАЧАЛО ВЫСШЕГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА КАМЧАТКЕ**

Рассматриваются обстоятельства организации и развития на протяжении первых двадцати лет высшего учебного заведения рыбохозяйственного профиля, прообраз которого был создан в г. Петропавловске-Камчатском осенью 1957 г. Его наследником является нынешнее ФГБОУ ВО «КамчатГТУ», отмечающее свой юбилей.

**Ключевые слова:** рыбная промышленность, Камчатрыбпром, учебно-консультационный пункт, филиал, Дальрыбвтуз, факультет, кафедра, инженеры, студент, заочное и дневное обучение

**S.V. Gavrilov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: gavrilov\_sv@kamchatgtu.ru*

## **THE BEGINNING OF THE HIGHER FISHERY EDUCATION IN KAMCHATKA**

Circumstances of organization and development of the higher educational institution of a fishery profile for the first twenty years are considered. Its prototype was created in Petropavlovsk-Kamchatsky in the fall of 1957. Its successor is present Kamchatka State Technical University, celebrating the anniversary.

**Key words:** fishing industry, Kamchatrybprom, training and counseling center, branch, FESTFU, faculty, department, engineers, student, extramural and full-time training

В середине 1950-х гг. специалистов, требовавшихся бурно развивавшейся рыбной промышленности Камчатки, готовили несколько учебных заведений. В Петропавловске-Камчатском действовали среднее мореходное училище, выпускавшее штурманов и судовых механиков, и фабрично-заводское училище при Петропавловской верфи, обучавшее рабочих-судоремонтников. Еще одно такое училище размещалось в центре рыбной промышленности западного побережья полуострова – пос. Октябрьском. Здесь занимались будущие моряки маломерных судов и слесари-наладчики рыбоконсервного оборудования. Инженеров в области не готовили.

Для полного укомплектования предприятий, входивших в объединение «Камчатрыбпром», на 1 января 1958 г. требовались 970 инженеров. Из них имелось лишь 717 чел., остальные должности замещали «практики», обладавшие производственным опытом, но не имевшие профессионального образования. Часть должностей оставалась свободной. Ежегодно около сотни квалифицированных инженеров уезжали с полуострова в связи с окончанием трудовых договоров. Их заменяли направлявшиеся из центральных районов страны выпускники учебных заведений, значительное число которых по окончании срока договора уезжало обратно. По этой причине никак не удавалось заполнить все имеющиеся инженерные вакансии. Выход из сложившегося положения был только один – начать подготовку необходимых инженеров на месте [1, л. 5–7].

Решение об организации в Петропавловске прообраза будущего высшего технического учебного заведения рыбохозяйственного профиля было принято в 1957 г. В этом же году в двухэтажном деревянном здании школы усовершенствования кадров командного плавсостава Камчатского совнархоза (ныне это «химический» корпус университета) открылся учебно-консультационный пункт (УКП) Всесоюзного заочного института рыбной промышленности. Его возглавил Ю.Н. Серебренников. Первый набор слушателей состоялся в августе 1957 г.

На первых порах УКП, не имевший своей материальной базы, использовал помещения школы. Здесь к концу 1950-х гг. были созданы электронavigационный, судомеханический и ряд других специализированных кабинетов.

В 1958 г. в УКП учились 226 чел. Условия, в которых они находились, оставляли желать лучшего. Самым большим неудобством для студентов являлась необходимость поездок на экзаменационные сессии за пределы Камчатки. Чтобы дать им возможность сдавать экзамены на месте, было решено открыть в Петропавловске филиал заочного факультета владивостокского Дальрыбвтуза. Преобразование УКП Всесоюзного заочного института рыбной промышленности в Камчатский УКП заочного факультета Дальрыбвтуза произошло в 1958/59 учебном году.

В мае 1959 г. был объявлен прием студентов на 12 специальностей, в т. ч. на промышленное рыболовство, технологию рыбных продуктов, машины и аппараты пищевых производств, судовые силовые установки. С осени 1959 г. по вечерам четыре раза в неделю читались циклы лекций по дисциплинам, наиболее трудным для усвоения, проводились консультации, рассматривались методики выполнения контрольных заданий. Преподаватели отмечали высокую активность слушателей, с большим желанием посещавших занятия.

2 февраля 1960 г. Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР распорядилось реорганизовать УКП: «В связи с необходимостью расширения подготовки специалистов рыбной промышленности на Камчатке и увеличением контингента студентов приказываю: преобразовать УКП заочного факультета... в филиал заочного факультета...» В 1960/61 учебном году на первом курсе филиала занимались 308, на втором – 102, на третьем и четвертом – 50 студентов, в основном работников рыбохозяйственных предприятий. Кроме них услугами филиала пользовались еще более ста «прикрепленных» заочников.

В начале 1960-х гг. филиал располагал небольшим штатом преподавателей. Для консультаций и рецензирования студенческих работ приглашали специалистов городских предприятий. Многие студенты жили в Петропавловске и его окрестностях. Это давало возможность активно использовать вечернюю форму обучения, несмотря на большие трудности с помещениями для проведения занятий.

Вот как характеризовал работу филиала и состояние материальной базы в конце 1960 г. его новый директор М.Н. Игошин: «Не обходится без трудностей. Вечерняя очная форма обучения очень важна и необходима студентам, а постоянных аудиторий для этого нет. Приходится использовать аудитории рыбопромышленного техникума, школы усовершенствования кадров плавсостава, хотя эти учебные заведения сами работают в крайне стесненных условиях. Профсоюзная организация управления рыбной промышленности Камчатки предоставила в распоряжение филиала зал клуба, Дом политического просвещения один раз в неделю – две аудитории, педагогический институт – физическую лабораторию для выполнения лабораторных работ. И все-таки, если это и выход, то только временный. Филиалу необходима собственная учебная площадь, помещения для лабораторий, оборудование для которых уже поступает... Желаящих получить высшее образование в области много, потребность в инженерных кадрах большая. Следовательно, с созданием собственного высшего технического учебного заведения нельзя медлить» [2].

28 июля 1961 г. Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР издало приказ № 456: «1. Открыть с 1 сентября 1961 г... в Петропавловске-на-Камчатке вечернюю подготовку по специальностям: 0517 – «Машины и аппараты пищевых производств» и 1010 – «Технология рыбных продуктов» с общим приемом 50 чел. в год за счет плана приема в институт». К лету 1963 г. вечерней формой обучения был «охвачен» 91 чел.

Для оказания методической помощи студентам преподаватели выезжали в районы области. В начале 1960-х гг. филиал стал практиковать прием вступительных экзаменов прямо на местах. Уже первый опыт в этом направлении показал, что оттуда, где побывали его сотрудники, заочников поступало больше всех. Число последних росло из года в год, но одновременно увеличивалось и количество отсеивающихся. «По условиям труда им трудно сочетать работу с учебой, и они идут по пути наименьшего сопротивления – оставляют учебу». В середине мая 1963 г. в филиале учились 626 заочников, причем на первом курсе 81 студент числился второй год, а 37 – третий. Успеваемость в целом оценивалась как низкая, наблюдался большой процент второгодничества и значительный отсев. Ежегодно отчислялись до 80 заочников, на второй год оставались по 200–300 чел. [3, л. 4–6; 4, л. 10–11].

На сохранении численности студентов отрицательно сказывался и существовавший порядок приема на заочное обучение. После проведенных в филиале вступительных экзаменов оконча-

тельное решение о зачислении того или иного абитуриента принималось во Владивостоке. Ни абитуриентам, ни руководству филиала на протяжении длительного времени не было известно о решении тамошней приемной комиссии. Уехавшие после сдачи экзаменов из Петропавловска в районы области долго не знали о том, приняты они или нет. Установочные занятия с поступавшими не проводились, методической литературы они не имели. В результате, даже получив ее, не представляли, как следует начинать самостоятельную работу. Некоторые из сдавших экзамены к учебе так и не приступали [3, л. 11].

Студенты-заочники занимались шесть лет, причем первые три года они получали общеобразовательную вузовскую подготовку в стенах филиала. С четвертого курса учеба по специальности шла в головном институте во Владивостоке. Но из-за территориальной оторванности студенты с согласия деканов факультетов по значительной части учебного плана отчитывались в Петропавловске, выезжая во Владивосток для того, чтобы сдать некоторые экзамены, познакомиться с руководителями дипломных проектов, получить их темы и консультации.

Первый выпуск заочников в количестве 25 чел. состоялся в конце 1963/64 учебного года. Защита дипломных проектов проходила во Владивостоке. Перед выпускниками разворачивались перспективы служебного роста: большое количество руководящих работников в области по-прежнему не имело высшего образования. Только на предприятиях Камчатрыбпрома в середине 1963 г. из 4 628 инженерно-технических должностей 1 978, т. е. почти 43%, занимали «практики» [3, л. 1–2].

В 1965 г. специалистов готовили два факультета. Механический обучал специальностям «Машины и аппараты пищевых производств», «Судовые силовые установки», «Судовождение на морских путях», «Холодильные и компрессорные машины и установки», «Промышленное рыболовство», технологический – «Технология рыбных продуктов», «Технология мясомолочных продуктов» и «Технология хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства». Филиал имел только две лаборатории: физики и химии, причем их оснащенность признавалась «крайне низкой», три аудитории и библиотеку. По состоянию на 3 марта 1965 г. в филиале трудилось 12 штатных преподавателей [4, л. 4, 27].

Летом 1965 г. филиал сделал второй выпуск в количестве 31 чел. [5, л. 6–7]. В 1967 г. Камчатрыбпром временно выделил 12 аудиторий, девять лаборантских помещений, лабораторию двигателей и механическую мастерскую с оборудованием, принадлежавших учебно-курсовому комбинату (УКК). Выпуск специалистов год от года медленно рос: летом 1968 г. дипломы инженеров получили 48 чел. К началу 1970-х гг. филиал выпустил ряд специалистов, имена которых были широко известны на Камчатке. В их число входили заместители начальника Камчатрыбпрома М.Б. Овечкин, капитан-директор, Герой Социалистического Труда Г.В. Мещеряков, начальник Камчатрыбфлота А.Р. Янсон, множество капитанов, штурманов, тралмастеров.

Несмотря на то, что с середины 1960-х гг. выпускники филиала во все возрастающем числе заполняли инженерные вакансии, было очевидно, что справиться с подготовкой специалистов только по заочной форме обучения он не мог. Уже осенью 1965 г. областные власти намеревались поставить перед правительством страны вопрос о создании в ближайшем пятилетии на базе филиала полнокровного технического института [6, л. 38].

В течение 1966–1968 гг. обком КПСС и облисполком неоднократно обращались в правительственные инстанции с просьбой открыть при филиале дневное отделение. Об этом же 16 июля 1966 г. первый секретарь обкома М.А. Орлов сообщал министру рыбного хозяйства СССР А.А. Ишкову. Отметив «большое положительное влияние в деле закрепления и подготовки кадров специалистов рыбной промышленности Камчатки» со стороны филиала, руководитель области указал, что он уже имеет на это согласие ректора головного вуза В.П. Олейника. По словам М.А. Орлова, для открытия дневного отделения «в области имеется необходимая материально-техническая база и кадры преподавателей». На первых порах на дневное обучение предполагалось набрать четыре группы инженеров-механиков [7, л. 21].

Министерство пошло областным властям навстречу и выпустило 27 августа 1968 г. распоряжение № 279, предусматривавшее открытие дневного отделения с ежегодным набором на него 100 чел. На его основании Камчатрыбпром 26 сентября 1968 г. издал приказ № 300, основные положения которого были выполнены к концу года, «кроме строительных дел» [4, л. 3].

1968/69 учебный год стал в истории морского и рыбохозяйственного образования полуострова особо знаменательным: филиал *впервые принял 100 студентов для обучения на дневном отделении* по крайне необходимому для рыбной индустрии полуострова специальностям «Промышленное рыболовство» и «Технология рыбных продуктов». В это время им руководил директор Ю.А. Волков.

При организации дневного обучения возникло немало сложностей. Первой из них стало размещение и обслуживание приезжих студентов: филиал не имел собственной столовой и общежития. На помощь пришли Камчатрыбпром и Тралфлот, выделившие свои помещения. Вторая сложность заключалась в недостатке оборудованных аудиторий. В 1968 г. филиал по-прежнему размещался в помещении УКК, состоявшем из деревянного двухэтажного учебно-лабораторного корпуса и трех двухэтажных каменных пристроек. Эти сооружения были тесными и совершенно не удовлетворяли постоянно растущим потребностям как филиала, так и самого комбината. Лаборатории в основном были обеспечены оборудованием, необходимым для проведения всех практических занятий и работ, но не хватало металлографических микроскопов, лингафонного кабинета, киноустановок и машиносчетного оборудования. «Есть возможность получить электронно-счетную машину и четырех человек для ее обслуживания, но поставить ее негде» [4, л. 3].

Начало дневного обучения потребовало совершенствования структуры филиала: в нем были организованы дневной факультет и три кафедры, действовавшие на общественных началах. Первым деканом дневного факультета стал Б.И. Фризоватый, кафедру общественных наук возглавил кандидат исторических наук Ю.М. Колесник, кафедры общетеоретических и общетехнических дисциплин – кандидаты технических наук В.Г. Кариус и Ф.А. Церих [8, л. 1].

Из 18 штатных преподавателей филиала шестеро имели научные степени кандидатов наук. К 1 января 1969 г. прибыли еще двое специалистов, чего было недостаточно. Однако «приглашение в филиал преподавателей со степенями и званиями требует соответствующего планового обеспечения жильем... Филиал нуждается уже в этом году в 14–15 квартирах, без выделения которых мы не сможем решить эту важнейшую задачу по развитию» [4, л. 20].

В 1968/69 учебном году в филиале обучались 804 студента. На дневном отделении на двух специальностях (технология рыбных продуктов и промышленное рыболовство) учились 100 чел., на заочном по шести специальностям (холодильные машины и компрессорные установки, машины и аппараты пищевых производств, технология рыбных продуктов, эксплуатация судовых силовых установок, судовождение на морских путях и промышленное рыболовство) занимались 636 чел. и на вечернем отделении по специальности холодильные машины и компрессорные установки – еще 68 слушателей [4, л. 7].

24 марта 1969 г. Министерство рыбного хозяйства СССР распорядилось организовать при филиале кафедры гуманитарных наук и механики. Они появились 30 сентября и 1 октября 1969 г. по приказу ректора Дальрыбвтуза [8, л. 8, 44]. 20 октября 1969 г. заведующими кафедрами были утверждены Ю.М. Колесник (гуманитарных наук) и В.Г. Кариус (механики) [8, л. 82]. Кафедра механики контролировала и обеспечивала учебный процесс по двенадцати дисциплинам и имела довольно многочисленный состав. Для удобства управления этим сложным «хозяйством» было решено ввести должность заместителя заведующего кафедрой. Им с 24 ноября 1969 г. стал Р.А. Ляндзберг.

В дальнейшем формирование новых кафедр продолжилось. 17 октября 1970 г. в должности заведующих кафедрами марксизма-ленинизма и химии были утверждены Ю.М. Колесник и Р.А. Ляндзберг. 16 января 1971 г. в соответствии с приказом министерства № 375 от 1 декабря 1970 г. организовывались кафедры машиноведения и физико-математических наук. Первую возглавил доцент Ф.А. Церих, вторую – профессор Р.С. Прасолов.

В октябре 1970 г. филиал въехал в новое капитальное пятиэтажное здание на улице Ленинградской, 13 площадью 2 433 кв. м (ныне учебный корпус № 5). В мае 1971 г. в филиале в соответствии с многолетними традициями высшей школы появился высший орган – ученый совет в составе 15 чел. В феврале 1972 г. учебное заведение получило от Океанрыбфлота здание общежития на 183 места, введенное в эксплуатацию в 1971 г. (ныне учебный корпус № 1).

17 марта 1972 г. новым директором филиала назначен А.М. Таран, до этого трудившийся в головном вузе во Владивостоке на кафедре промыслового судовождения [9, л. 52].

26 апреля 1972 г. ректор Дальрыбвтуза В.П. Олейник утвердил «Положение о Камчатском филиале Дальрыбвтуза». С учетом отдаленности и неудобства связи для своевременного и оперативного обеспечения учебного процесса с 1 декабря 1972 г. директору филиала давалось право самостоятельно, без согласования с головным вузом, принимать и увольнять необходимый административно-управленческий и вспомогательный персонал. 15 февраля 1973 г. это право распространилось на преподавателей-почасовиков [9, л. 102, 74].

Одной из форм подготовки грамотных специалистов в высшей школе традиционно являлось участие студентов в научно-исследовательской работе. Ее ежегодным итогом стали студенческие научно-технические конференции. Первая из них прошла в 1972 г.

Продолжалась оптимизация учебного процесса. Так, с 16 мая 1972 г. за кафедрой механики закреплялось преподавание аж 42 дисциплин! Для удобства управления этим разветвленным и разнородным хозяйством внутри кафедры выделялся курс «Энергетические установки и технологическое оборудование», включавший 18 предметов [10, л. 169].

10 мая 1973 г. в преддверии первого выпуска инженеров, подготовленных на дневном отделении, Министерство рыбного хозяйства СССР своим приказом № 202 предписало организовать на базе дневного отделения с 1 сентября 1973 г. «механический и технологический факультеты и кафедру «Машины и аппараты пищевых производств», реорганизовать кафедру гуманитарных наук в кафедру иностранного языка» [9, л. 30].

Теперь в учебном заведении действовали три самостоятельных факультета: заочный, механический и технологический. 1 сентября 1973 г. деканами двух последних были назначены В.Н. Дегтярев и Н.Е. Крылова, соответственно. В это время в филиале работали уже 27 кандидатов наук, но он по-прежнему испытывал недостаток в высококвалифицированных преподавателях специальных дисциплин. Филиал имел 28 учебных лабораторий.

В начале июля 1973 г. наступил торжественный день, венчавший пятилетние усилия учебного заведения: в красочно убранном малом зале Дворца культуры рыбаков прошло вручение дипломов *первым выпускникам дневного отделения* Камчатского филиала Дальрыбвтуза. Ими стали 47 инженеров-технологов, в их числе шестеро, окончивших учебу с отличием.

В 1974 г. защиты дипломных проектов прошли с 4 по 22 июня, были выпущены 185 молодых инженеров (52 судомеханика, 58 механиков машин и аппаратов, 44 технолога и 31 механик промышленного рыболовства) [8, л. 105].

1 сентября 1974 г. открылась кафедра «Эксплуатация судовых силовых установок». Она появилась в соответствии с приказом Министерства рыбного хозяйства СССР № 167 от 17 апреля 1974 г. По состоянию на 31 октября 1975 г. филиал располагал девятью кафедрами: марксизма-ленинизма, физико-математических наук, иностранных языков, машиноведения, химии и технологии рыбных продуктов, механики, машин и аппаратов пищевых производств, эксплуатации судовых силовых установок, физвоспитания и спорта. В общей сложности на них трудились 84 преподавателя. Вскоре к ним добавилась еще одна: приказом министра с 1 сентября 1976 г. организовывалась кафедра «Промышленное рыболовство и судовождение», а кафедра механики переименовывалась в кафедру «Электротехника и автоматика» [11].

Выпуск дневного отделения 1976 г. составил 140 чел. (45 механиков машин и аппаратов, 25 судовых механиков, 44 технолога и 26 промрыбаков) [12, л. 146–148].

Так прошли два первых десятилетия из истории первого технического вуза полуострова. За это время удалось преодолеть основные сложности организации подготовки на месте инженеров рыбохозяйственной сферы. В «Рекомендациях третьего научного совещания по комплексному развитию производительных сил Камчатской области до конца 1990 г.», прошедшего в Петропавловске в июле 1973 г., ставилась задача «преобразовать в 1976–1978 гг. Камчатский филиал Дальрыбвтуза в самостоятельное высшее техническое учебное заведение». Ее решили через десять лет. Филиал обрел самостоятельность в январе 1987 г., превратившись в Петропавловск-Камчатское высшее инженерное морское училище, а в апреле 2001 г. был образован Камчатский государственный технический университет.

### Литература

1. Государственный архив Камчатской области (ГАКК). Ф. Р-378. Оп. 1. Д. 14.
2. Камчатская правда, 21 декабря 1960 г.
3. ГАКК. Ф.П-2. Оп. 34. Д. 28.
4. ГАКК Оп. 44. Д. 70.
5. ГАКК. Оп. 34. Д. 8.
6. ГАКК. Оп. 35. Д. 66.
7. ГАКК. Оп. 36. Д. 4.
8. Архив Камчатского государственного технического университета. Ф. 2. К. 385. Д. 1.
9. Архив Камчатского государственного технического университета. Д. 3.
10. Архив Камчатского государственного технического университета. К. 385. Д. 5.
11. ГАКК. Ф. П-2. Оп. 52. Д. 33.
12. Архив Камчатского государственного технического университета. Ф. 2. К. 396. Д. 1.

УДК 597.552.51(281.257.4)

**В.И. Карпенко, Е.Г. Лобков, А.А. Бонк**

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ  
В МАЛЫХ ВОДОТОКАХ КАМЧАТКИ  
(НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КОЛЬ)**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683013  
e-mail: karpenko\_vi@kamchatgtu.ru*

В статье рассмотрены первые результаты анализа связей наземной и водной флоры и фауны в нижнем течении бассейна малой лососевой реки (на примере р. Коль). Выявлены основные компоненты и предложены направления оценки параметров их воздействия на формирование продуктивности тихоокеанских лососей. Предлагаются перспективные направления и методические аспекты мониторинга этого воздействия на состояние нативных экосистем малых лососевых рек Камчатки.

**Ключевые слова:** тихоокеанские лососи, река Коль, компоненты экосистемы.

**V.I. Karpenko, E.G. Lobkov, A.A. Bonk**

**FORMATION OF SALMON CAPACITY IN SMALL WATERWAYS OF KAMCHATKA  
(BY THE EXAMPLE OF THE RIVER KOL)**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683013  
e-mail: karpenko\_vi@kamchatgtu.ru*

The first results of assessing the linkages between land and aquatic flora and fauna in the lower course of a small salmon river basin are considered in the article (by the example of the river Kol). The main components are revealed and the directions of assessing the parameters of their impact on forming the Pacific salmon capacity are offered. The perspective directions and methodical aspects of monitoring of this impact on a state of native ecosystems of small salmon Kamchatka rivers are offered.

**Key words:** Pacific salmons, river Kol, ecosystem components.

**Введение**

Тихоокеанские лососи, являясь анадромными рыбами, находятся в течение своего жизненного цикла в экосистемах двух водных сред – пресноводной и морской. Объем исследований и публикаций по пресноводному периоду жизни этих рыб на несколько порядков превышает таковой по морскому периоду. Однако роль тихоокеанских лососей в морских экосистемах изучена более детально, имеются даже обобщающие монографии [1], тогда как аналогичных по пресным водам практически нет. Тем не менее существуют отдельные публикации о роли некоторых видов лососей в сообществах и даже экосистеме озер и рек [2–4]. В этом отношении более исследованной оказывается буферная зона между пресными и морскими водами – эстуарии [5–7]. В настоящее время последнему вопросу посвящена выдающаяся сводка канадского исследователя Колина Левингса [8], рассматривающая экологию лососевых в различных эстуариях на Земле.

Все более очевидным становится понимание того, что в экосистемах лососевых водоемов тесно взаимосвязаны водная и наземная биоты, и при этом взаимоотношения водных и наземных компонентов в природном комплексе лососевых рек и озер чрезвычайно разнообразны. Продуктивность лососевых рыб в реках и озерах формируется не только под влиянием условий их обитания в воде, но, судя по всему, в не меньшей степени эту продуктивность определяют и наземные компоненты природного комплекса. Так, установлено, что беспозвоночные суши, птицы и млекопитающие играют важную роль в процессах редукции погибших лососей и переноса био-

генов с моря в реку, их миграции и трансформации в приречном природном комплексе [9, 10]. Различные аспекты роли тихоокеанских лососей в пресноводных экосистемах, включая значение для этих рыб наземной флоры и фауны, находят отражение и в некоторых экологических исследованиях на Камчатке [11, 12]. В ближайшее время, по нашему мнению, эти аспекты структуры и функционирования экосистем лососевых водоемов будут изучаться еще более активно. По этой причине нами предложены несколько важных направлений будущих исследований на примере итогов работы по изучению малой лососевой р. Коль.

Река Коль находится преимущественно в границах Западно-Камчатской равнины, где значительную долю (более четверти площади бассейна) занимают болота, причем преобладают верховые, более 70% площади – это коренные каменноберезовые леса, а оставшаяся часть долины представлена тундрами (2,7%) и лугами (около 1%). Река большей частью располагается на относительно небольших уровнях – большая часть в зоне высот от 0 до 200 м над уровнем моря, хотя имеет горный и полугорный характер с уклоном более 5 м/км. Общая протяженность р. Коль составляет около 130 км, ширина в устье – 72 м, глубина – 0,8 м в отлив и 2,5 м в прилив, расход воды в устье – 111 м<sup>3</sup>/с в паводок и 56 м<sup>3</sup>/с в летнюю межень, площадь водосбора – 1580 км<sup>2</sup>. Имеет восемь крупных притоков: Левый и Правый Коль, Левый и Правый Киумшечики, Коклянка, Чаевая, Красная, Нилкина, а также 18 притоков менее 10 км длиной и общей протяженностью 48 км.

По геоморфологии она делится на три участка: верховья реки представляют собой бурный поток с единым руслом, в среднем течении она распадается на множество боковых протоков разного размера и водности, ключевых затонов, сильно меандрирует, нижнее течение реки по своему характеру не имеет принципиальных отличий от среднего [13].

Полевые исследования были выполнены авторами в нижнем и среднем течении р. Коль, главным образом в районе биостанции «Река Коль» летом 2010, 2011, 2013 и 2016 гг. Значительная часть материалов опубликована в коллективной монографии [14], где дано описание полученных данных, приведен большой объем фактического материала, но без тщательного анализа и сравнения с условиями воспроизводства тихоокеанских лососей в других частях их ареала. Настоящая работа является первой попыткой оценки условий воспроизводства тихоокеанских лососей при охвате максимального числа компонентов экосистемы малой лососевой реки.

## Основные результаты

**Водные растения как среда обитания рыб.** В низовье р. Коль, в границах биостанции и ее ближайших окрестностей, выявлено 44 вида растений, которые населяют водные и околоводные местообитания и относятся к 23 семействам и 36 родам. Среди этих растений преобладают мезофиты (51,2%) и гелофиты (37,2%). Выделены четыре группы водных и околоводных биотопов в основном русле реки и две группы в придаточной системе речных протоков и стариц.

Ширина основного русла р. Коль напротив биостанции достигает 60 м, средняя глубина – 50 см, максимальная (по фарватеру) – 1,5 м, наибольшая скорость течения в дни паводка – 80 см/с. Температура воды летом составляла в среднем 11,3°C (9,5–13,5°C).

В основном русле района исследований выделяются:

- 1) мелководье – прибрежная полоса вдоль речных кос, островов и пляжей шириной от 0,5 до 3 м, где гидрологические характеристики очень динамичны;
- 2) залив – хорошо прогреваемая часть русла реки глубиной 30–70 см, температура воды 12,5°C; он со всех сторон окружен ольхово-ивовым лесом;
- 3) песчаные и песчано-галечниковые пляжи, косы и острова, которые чаще всего обнажаются небольшими песчаными (грязовыми) участками длиной 4–5 м и шириной от 1 до 2 м;
- 4) закосье – большую часть времени это практически стоячий мелководный, хорошо прогреваемый и заросший растительностью водоем.

В придаточную систему проток и стариц входят:

- 1) протоки второго и третьего порядка – имеют такие же составляющие;
- 2) старица в форме остаточного озера диаметром 4 м и глубиной до 1 м на старом, высоком и заросшем русле боковой протоки р. Коль – это хорошо прогретый водоем, заросший растительностью, посреди луга.

Самым богатым местообитанием по видовому разнообразию растений оказались боковые протоки р. Коль, протекающие через пойменные леса и луга (28 видов). Самое бедное местообитание – мелководье основного русла реки с ее очень динамичным гидрологическим режимом

(12 видов прибрежно-водных растений). Для остальных местообитаний разница в количестве видов произрастающих растений относительно невелика (14–20 видов). Согласно географическим связям облик флоры характеризуется как широкоарктический бореальный с участием арктобореальных элементов [15].

Прибрежно-водные растения на р. Коль – важный компонент среды обитания рыб, прежде всего лососевых. Они являются хорошим местом для укрытия молоди лососевых рыб от хищников (например, речных крачек), местом интенсивного питания и местом отдыха молоди и взрослых особей лососевых. При этом разные участки русла реки, различающиеся по гидрологическому режиму, геоморфологии и флористическим комплексам, имеют и неодинаковое значение для рыб. В частности, залив является «детским садом» для разновозрастной молоди лососевых рыб, а также трехглазой колюшки; в некоторых местах преобладает молодь кижуча и гольца. Для взрослых лососей это место отдыха в процессе речной миграции. В хорошо прогреваемом заливе развиваются богатые кормовые условия; зообентос здесь разнообразен и включает представителей двукрылых (Chironomidae, Diptera), поденок (Ephemeroptera), ручейников (Trichoptera) и веснянок (Plecoptera).

*Мониторинг состояния растительного покрова и водных растений на ближайших лугах и в водных объектах на территории бассейна желательна проводить на пробных площадках в течение лета для оценки значения флористического состава и состояния основных видов растений в формировании компонентов экосистемы.*

**Речной бентос.** Донные биотопы нижнего течения р. Коль в летний период (июнь и август) были заселены в основном амфибиотическими насекомыми [16], представителями которых являлись отряды двукрылых (комары семейств Chironomidae, Tipulidae, Limoniidae, Simuliidae и мухи Empididae), поденок (Ephemeroptera), ручейников (Trichoptera), веснянок (Plecoptera) и жуков (Coleoptera). От июня к августу доля этих насекомых по численности снижается с 79,9 до 64,5%; основу составляют хирономиды. Эти существенные изменения в структуре сообщества зообентоса происходили вследствие метаморфоза хирономид и их массового вылета. Помимо насекомых в бентосе встречены и другие беспозвоночные: ракообразные (веслоногие Naupacticoidea и ракушковые рачки Ostracoda), водяные клещи (Hydrachnellidae), ресничные (планарии, отряд Tricladida), круглые (Nematoda) и малощетинковые (Oligochaeta) черви.

В среднем течении основного русла реки зообентос состоял из представителей амфибиотических насекомых, планарий, малощетинковых червей, клещей и гаммарусов. Самыми многочисленными также были хирономиды (87,8%), а доля других донных обитателей изменялась в пределах 0,1–3,7%. Общая численность составила 99,7 тыс. экз. м<sup>2</sup>, а биомасса – 47,4 г/м<sup>2</sup>.

*Мониторинг состояния бентоса, а также дрейфа в водных объектах (основном русле и придаточных водотоках) необходимо проводить в течение лета для оценки трофики и их значения в формировании биологических показателей рыб, включая молодь.*

**Наземные насекомые.** Ведущая роль воздушных насекомых в питании лососевых рыб в пресноводных экосистемах Камчатки хорошо известна. У молоди кунджи они составляют до 88% массы пищевого комка, нерки – до 80%, кижуча – до 84%, симы – до 80%, мальмы – до 69%, микижи – до 52%, хариуса – до 42% [17–19]. Однако воздушные насекомые живут и развиваются в наземных экосистемах, а имаго амфибиотических насекомых используют наземную среду в период поиска партнеров, спаривания и созревания яиц.

В энтомофауне низовий и среднего течения р. Коль выявлено 279 видов насекомых из 11 отрядов, и это лишь начало инвентаризации местной энтомофауны [20]. Ее облик типичен для фоновых местообитаний западной Камчатки. Насекомые, в т. ч. наземные, обитающие в водоохранной зоне, – важный объект биоты для комплексного экологического мониторинга речной экосистемы. Основным местом их обитания и оценки численности являются луга. Относительная продуктивность разнотравного луга в низовье реки составила 0,168 г/м<sup>2</sup>. Произведенные сборы по результатам кошений (на 50 взмахов сачком) дали следующие результаты: цикады – шесть видов (158 экз.); клопы – шесть видов (34 экз.); жуки – один вид (8 экз.); бабочки – два вида (3 экз.); паразитические перепончатокрылые – пять видов (5 экз.); мухи – восемь видов; комары кровососущие – два вида (5 экз.).

*Мониторинг насекомых желательна проводить один раз в месяц в течение лета на выделенных постоянных пробных площадях в пределах водоохранной зоны р. Коль, для этого энтомологу следует специально разработать его детали.*

Насекомые являются также редуцентами погибших лососей. Исследования, проведенные в 2010 г. на производителях горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*, показали, что рыбы после гибели

являются объектом привлечения различных насекомых, участвующих в разложении тел. Приоритетным для заселения насекомыми-редуцентами у мух (преобладают синяя мясная муха *Calliphora vicina*, зеленая падальная муха *Lucilia sericata* и скотофагида *Scoliahhleps ustulata*) является преимущественно откладывание яиц в ротовую полость мертвой рыбы, на жабры, реже по краям глаз и на влажные участки наружных покровов, и на раны, если таковые имеются. Причем этот процесс может продолжаться даже после уничтожения тушек рыб медведями. Так, в отдельных экспериментах было отмечено, что даже после того, как мертвая горбуша пролежала 4–6 и более дней, и ее съел медведь, на поверхности остается черноватое пятно из «сгоревших» от рыбьего жира стеблей трав и пропитанного жиром поверхностного (2–3 мм) слоя грунта. Оно еще как минимум 3–4 дня привлекает к себе насекомых и других беспозвоночных животных. В первые 12 часов такие места еще буквально кишат опарышами (от 10 до 40, в среднем 24 экз. на 25 см<sup>2</sup>). Кроме того, в траве прячутся жуки-могильщики, постоянно в движении десятки разных мелких мух, а также здесь непременно оказываются два-три вида наездников (*Ichneumonidae*, *Humenoptera*) и несколько пауков (*Arachnoidea*).

Насекомые участвуют в редукции мертвой горбуши в воде, что показали наши эксперименты в воде с 5 экз. мертвой горбуши: 3 экз. на участке с песчано-галечниковым дном и с заметным течением на глубине 15–20 см и 2 экз. в небольшом заливе (закосье) со стоячей водой и илистым дном на глубине 10–15 см. Хотя все заложенные для эксперимента рыбы пролежали только четверо суток, а на пятые сутки были съедены медведем, в закосье в первый же день в ротовой полости рыбы оказался крупный жук-плавунец каемчатый *Dytiscus circumcinctus*. Никаких иных насекомых или других водных беспозвоночных на мертвых рыбах за четверо суток не обнаружено. Тем не менее в р. Утхолок в разложении мертвой горбуши участвовали гаммарусы – *Anisogammarus kygi* (*Crustacea*, *Malacostraca*, *Amphipoda*) [21]. На основном русле р. Коль в районе биостанции эти ракообразные нами не встречены.

**Состав ихтиофауны реки Коль.** Ихтиофауна р. Коль включает 15 видов рыбообразных и рыб из 55–58 видов и подвидов, встречающихся в пресных и солоноватых водоемах Камчатского полуострова, причем на восточном побережье она богаче [22 и др.]. В районе биостанции «Река Коль» видовой состав еще беднее, в 2010–2016 гг. встречено лишь 9–11 видов [23]. Если молодь тихоокеанских лососей включала рыб в возрасте от 0+ до 2+, то другие представители – гольцы и микижа от 1+ до 5+. В притоке р. Коль – р. Красной доминировали сеголетки, а в основном русле более старшие рыбы.

Видовой состав рыб в 2010–2016 г. изменялся по годам значительно (рис. 1 и 2).

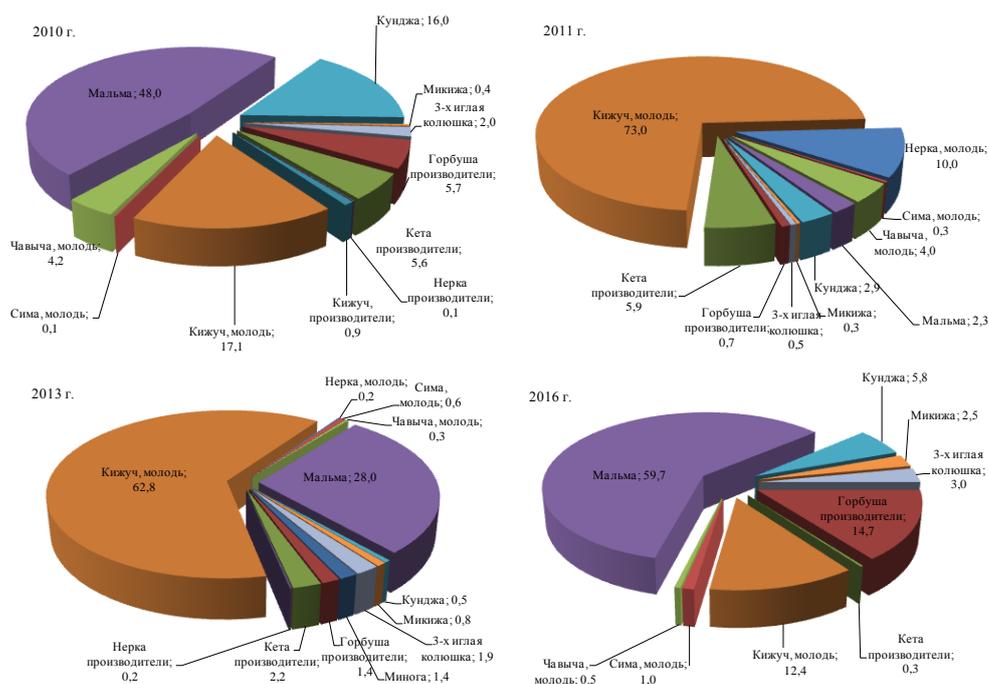


Рис. 1. Состав ихтиофауны в р. Коль

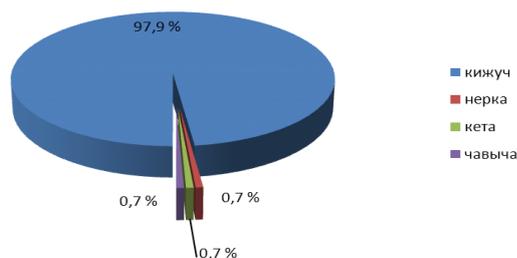


Рис. 2. Состав икhtiофауны в устье р. Коль 14.08.2011 г.

Однако практически всегда доминирующим видом была молодь кижуча – от 30,3% в 2010 г. до 82,3% в 2011 г., вторым по численности видом обычно была мальма. Изменялись биологические показатели рыб: размеры, возрастной и половой состав. От июня к августу видовой состав молоди обычно обеднялся вследствие завершающегося ската молоди некоторых видов тихоокеанских лососей в морские воды. Так, в эстуарии р. Коль 14 августа 2011 г., когда была встречена молодь четырех из шести видов тихоокеанских лососей, доминирующей все же была молодь кижуча (97,9%). Несомненно, представляет интерес дальнейшая судьба скатывающейся молоди лососей – численность поколений в годы возврата. Это является перспективным направлением дальнейших исследований. Однако уже сейчас данные о высокой численности молоди кижуча в начале второго десятилетия XXI в. были подтверждены высокими возвратами западно-камчатского кижуча в последние два-три года.

Было исследовано питание более 1200 экз. молоди лососей и сопутствующих видов. Пищевой спектр включал более 25 пищевых компонентов, среди которых доминировали икра рыб (19,0% массы пищи) и личинки комаров-звонцов (15,5%), а также встречались личинки лимонид (7,8%), имаго наземных и воздушных насекомых (7,1%), личинки типуллид (6,4%) и другие компоненты (6,0%). Обычно средняя накормленность рыб изменялась от 160 до 300<sup>0</sup>/<sub>1000</sub>. Сходные данные получены ранее учеными МГУ им. М.В. Ломоносова [24].

**Пищевые отношения молоди рыб.** Большое значение в выживании молоди рыб и формировании биологических показателей имеет пищевая обеспеченность разных видов. На настоящем этапе исследований об этом можно судить лишь по степени сходства состава пищи молоди разных видов (СП-коэффициенты). Предварительный анализ пищевых отношений молоди некоторых видов в августе 2013 г. в районе биостанции «Река Коль» позволил сделать заключение об относительно благоприятных условиях нагула (табл.). В частности, большинство видов имели разные пищевые компоненты, что свидетельствует об избирательной способности видов, но размерные показатели молоди всех видов были высокими.

Таблица

Степень сходства состава пищи молоди лососевых рыб (СП-коэффициент) в августе 2013 г., %

	Кижуч	Мальма	Микижа	Нерка	Чавыча	Кунджа
Кижуч	–	43,9	48,7	11,5	41,8	29,1
Мальма	43,9	–	26,3	12,0	17,0	23,4
Микижа	48,7	26,3	–	33,3	35,3	51,8
Нерка	11,5	12,0	33,3	–	1,5	60,8
Чавыча	41,8	17,0	35,3	1,5	–	19,2
Кунджа	29,1	23,4	51,8	60,8	19,2	–

В целом имеющиеся данные не позволяют утверждать о наличии каких-либо напряженных пищевых отношений между молодью лососевых рыб в районе биологической станции «Река Коль» в августе 2013 г. Тем не менее, вероятно, такие отношения возможны между массовыми видами, какими являются молодь кижуча и мальма, задерживающиеся в этой части реки на длительный период. В частности, значительная часть молоди кижуча остается здесь на зимовку.

Кроме того, в настоящее время трудно судить о силе напряженности (или ее отсутствии) пищевых отношений между молодью разных видов рыб в низовье р. Коль. Также неясна роль отношений «хищник – жертва» между ними, как и не определено воздействие иных животных на выживание молоди наиболее ценных видов лососевых рыб. Этот вопрос остается открытым, т. к. практически не исследовался в данном водотоке ранее.

Мониторинг состава ихтиофауны и биологического состояния основных видов в водных объектах необходимо проводить в течение летне-осеннего времени для оценки степени воздействия отдельных компонентов экосистемы на формирование продуктивности поколений тихоокеанских лососей.

**Роль и место птиц в экосистемах лососевых рек.** Птицы являются неотъемлемым компонентом речного и пойменного природного комплекса, будучи важнейшим потребителем беспозвоночных в реке и в приречных биотопах, в т. ч. насекомых, являющихся кормом рыб. Кроме того, птицы непосредственно потребляют самих лососей (икру, молодь и взрослых рыб), таким образом участвуя в трансформации и переносе биогеоценозов [12]. Наконец, птицы вовлечены в трофические отношения с другими видами животных, также питающихся лососями, в частности, с бурими медведями [11].

Трофические связи птиц с лососевыми разнообразны в течение года. У 36 видов птиц на Камчатке эти рыбы занимают большую или меньшую долю рациона, а для 13 видов птиц они являются важнейшим кормом, определяющим размещение и численность этих птиц. Гусеобразные, крупные хищные виды, чайковые и врановые способны, благодаря лососевым, образовывать массовые (многотысячные) сезонные скопления.

Среди птиц, зарегистрированных в бассейне р. Коль [25], по крайней мере 18 видов в той или иной мере трофически связаны с лососевыми рыбами. Это птицы, среди объектов питания которых хотя бы один раз на р. Коль отмечены икра, молодь, производители или снетка (или насекомые, редуцирующие снетку). Среди них выделяются: тихоокеанская чайка (*Larus schistisagus*), белоплечий орлан (*Haliaeetus pelagicus*), краснозобая гагара (*Gavia stellata*), средний крохаль (*Mergus serrator*) и речная крачка (*Sterna hirundo*), а также камчатская белая трясогузка (*Motacilla (alba) lugens*). Не всех из числа указанных видов птиц можно назвать важными потребителями лососевых в условиях реки Коль. Краснозобая гагара, восточносибирская чайка (*Larus vegae*) и серокрылая чайка (*Larus glaucescens*) не являются таковыми из-за малочисленности. Полярная (*Sterna paradisaea*) и камчатская (*Sterna camtschatica*) крачки, будучи вполне обычными, предпочитают кормиться в прибрежной полосе Охотского моря.

Один вид птиц – камчатская белая трясогузка – зарегистрирован в качестве случайного объекта питания у микижи (*Parasalmo mykiss*), в рационе которой, как известно, мелкие птицы и зверьки не такая уж редкость.

В целом наблюдения показали, что 15 видов птиц можно назвать важнейшими или даже ключевыми в экосистеме лососевой р. Коль в период наших работ, к ним относятся:

- самые многочисленные из птиц, непосредственно питающиеся лососевыми, и виды птиц из категории «обычных», для которых лососи занимают решающую долю в рационе;
- виды птиц, наиболее значимые в качестве потребителей беспозвоночных, являющихся важным кормом для лососевых;
- птицы, являющиеся потребителями насекомых из числа важнейших биологических редуцентов снетки.

В бассейне р. Коль отмечены 142 вида птиц [25], для 68 видов размножение можно считать установленным и еще для 20 видов – возможным, но не подтвержденным фактическим материалом. Разумеется, это неполный список местной авифауны, очевидно, что в этом районе представлено немногим менее половины (43,2%) всего видового разнообразия птиц Камчатки. Это весьма высокий показатель биоразнообразия птиц для территории, составляющей менее 1% площади п-ова Камчатка. Объяснением тому – биотопическое разнообразие ландшафтов, их преимущественно естественное состояние, а также географическое положение низовий рек Коль и Кехта на одном из магистральных миграционных путей птиц – на западнокамчатском пролетном пути, в связи с чем в здешней фауне значительную долю занимают виды птиц, встречающиеся только на пролете. При последующих, более обстоятельных, исследованиях периода миграций птиц, будет найдено немало новых для территории пролетных и залетных видов.

Прибрежные биотопы вдоль русла р. Коль и в границах ее поймы отличаются одними из самых высоких на Камчатке показателей плотности размещения гнездящихся мелких воробьиных птиц: взвешенная средняя составляет от 398,4 пар/км<sup>2</sup> на лугах, тундрах и болотах до 724,05 пар/км<sup>2</sup> в мелколиственных пойменных лесах [25]. Это соответствует давно подмеченному феномену, который заключается в том, что уровень численности мелких лесных птиц в лесах, произрастающих в речных бассейнах западной части п-ова Камчатка, в целом выше аналогичных показателей в приречных лесах Восточной Камчатки [12]. Наша гипотеза заключается

в том, что высокую плотность размещения птиц в приречных биотопах западнокамчатских рек можно объяснить более благоприятными по сравнению с восточнокамчатскими реками кормовыми условиями для птиц. Эти условия определяются более высокими показателями местных популяций насекомых и других беспозвоночных. А это, в свою очередь, является следствием стабильно более высоких показателей рыбопродуктивности западнокамчатских рек по сравнению с восточнокамчатскими, что хорошо известно. Другими словами, огромную биомассу, привносимую из моря в реки анадромными видами лососей, можно рассматривать в качестве источников биогенов, стимулирующих трофические цепочки от микроорганизмов, одноклеточных водорослей и простейших беспозвоночных к высшим беспозвоночным и растениям, а затем и к позвоночным животным, в нашем случае к птицам. Очень похожий феномен был описан для орнитологического населения лососевых рек Юго-Восточной Аляски [26], и нет оснований не видеть в этом аналогии.

*Мониторинг состава авифауны и воздействия отдельных видов на состояние популяций основных видов лососей в водных объектах и прилегающей к ним территории необходимо проводить в течение года, ориентируясь на оценку распределения и численности птиц на основных этапах их годового цикла жизнедеятельности (размножение, послегнездовые кочевки, осенняя миграция, зимовка, весенний пролет).*

**Наземные млекопитающие.** Наземная фауна млекопитающих описываемого района насчитывает 32 вида, относящихся к 6 отрядам [27]. Мы не включаем в это число синантропные виды – серую крысу (*Rattus norvegicus*) и домовую мышь (*Mus musculus*). Облик териофауны – типичный для Камчатки. Динамика численности большинства видов определяется естественными факторами, промысловых видов – нормированной промысловой нагрузкой. Несколько видов млекопитающих испытывают заметное негативное воздействие человека, включая браконьерский отстрел, например, бурого медведя (*Ursus arctos*), дикого северного оленя (*Rangifer tarandus*), лося (*Alces alces*). Положение усугубляется доступностью р. Коль со стороны трассы газопровода «Петропавловск-Камчатский – Соболево».

Ключевым видом млекопитающих на р. Коль, как и на всех лососевых водоемах Камчатки, является бурый медведь. Плотность его населения в этом районе по данным авиаучета 1997 г. составляет 0,73 особи на 1000 га, что является довольно высоким показателем. В период речной миграции горбуши и кеты поблизости от биостанции «Река Коль» в 2004–2010 гг. постоянно обитали от трех до пяти бурых медведей. При всей разнице в оценках количества рыбы, вылавливаемой разными особями медведя на разных лососевых водоемах и в разных условиях, в период массовой речной миграции и нереста тихоокеанских лососей среднего размера медведь за сутки способен выловить и съесть несколько десятков лососевых рыб [11]. Существует мнение о том, что на небольших лососевых нерестилищах и на определенных этапах нерестового периода тихоокеанских лососей бурые медведи способны вылавливать значительную часть производителей и определять тем самым направление естественного обора по размерному признаку рыбы. Это предполагается для некоторых нерестилищ в бассейне оз. Азабачье, используемых весенней расой нерки [28]. Известно также, что на небольших ключевых озерных нерестилищах кижуча, с окончанием нереста этой рыбы поздней осенью, медведи могут стать решающим фактором утилизации заканчивающих нерест особей. Однако было бы ошибкой экстраполировать такие наблюдения на все лососевые водоемы Камчатки и ограничивать понимание роли бурых медведей в экосистемах лососевых нерестилищ только потреблением лососей. Экологические связи и роль бурых медведей в приречном природном комплексе более разнообразны и значительны.

Собранный нами материал на р. Коль и других камчатских реках свидетельствует о том, что бурый медведь, питаясь лососями, вовлекает в трофические отношения и другие виды животных: беспозвоночных, птиц и разных других млекопитающих. В частности, это связано с использованием в пищу разными животными остатков медвежьих трапез. Действительно [11], бурый медведь ловит и вытаскивает на берег крупных лососевых рыб, которых не под силу добыть многим другим животным. Причем медведь, как правило, оставляет на суше часть добычи недоеденной, что является характерной особенностью его трофического поведения (особенно на поздних стадиях речной миграции и нереста рыбы, когда зверь не такой голодный). Остатки его трапез привлекают разных животных-санитаров. Таким образом бурый медведь участвует в трофической цепочке редукации лососевых рыб, которых после него используют в пищу по крайней мере 17 видов птиц, минимум четыре вида млекопитающих и множество видов беспозвоночных.

Остатки трапез бурого медведя на лососевых реках составляют в среднем от 4 до 22% их рыбного рациона чаек и врановых птиц в период речной миграции и нереста анадромных видов, а в отдельных случаях (р. Коль, р. Озерная) – до 45% [11]. Благодаря этому деятельность бурого медведя можно рассматривать одним из естественных факторов, способствующих образованию позднелетних и осенних скоплений некоторых видов птиц на нерестовых реках. Медведь в свою очередь в экстремальных условиях при недостатке пищи поздней осенью и в начале зимы сам потребляет остатки трапез крупных птиц.

Все сказанное о буром медведе имеет непосредственное отношение к механизмам редукции мигрирующих на нерест тихоокеанских лососей, переносу и миграции привнесенных ими био-генов, что является базовым экологическим фактором, определяющим продуктивность популяций лососевых рыб на камчатских водоемах.

*Мониторинг численности и основных показателей состояния популяции медведей в границах бассейна р. Коль (особенно в период нерестового хода лососей) необходимо проводить ежегодно для комплексной оценки роли наземных компонентов биоты в формировании продуктивности популяций тихоокеанских лососей.*

### Заключение

Ключевым компонентом экосистемы лососевых рек являются тихоокеанские лососи. Имеется достаточно продолжительный ряд наблюдений за структурой и особенностями формирования биоразнообразия лососевых рыб в низовье р. Коль. Выявлены основные показатели продуктивности нескольких поколений лососей, и определены основные биотические связи видов с окружающими компонентами экосистемы, за исключением тех, которые слабо связаны с водной средой, т. е. наземными растениями и животными. Однако даже тот относительно небольшой объем информации о наземных компонентах природного комплекса р. Коль, который нам удалось собрать в последние годы, с очевидностью свидетельствует о разнообразных и глубоких взаимосвязях водной и наземной биоты в экосистеме лососевой реки (рис. 3). Это направление, комплексное по своему содержанию, требует усилий специалистов разного профиля и может стать важнейшим в последующих исследованиях на лососевых реках и озерах Камчатки. Поскольку именно на этом направлении станет возможным выявление максимально разнообразных (а не только традиционных) факторов, определяющие продуктивность популяций лососевых рыб на разных водоемах, а затем и моделирование структуры и функционирования экосистем лососевых водоемов с учетом всего разнообразия их компонентов и взаимосвязей между ними.

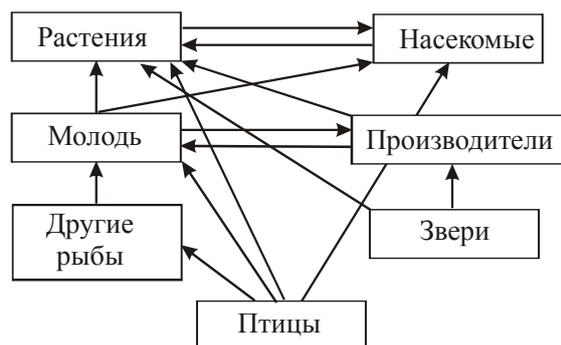


Рис. 3. Обобщенная схема основных связей экосистемы малой лососевой реки

Для рек Коль и Кехта на территории лососевого заказника «Река Коль» разработаны основные принципы, подходы к оценке состояния и мониторингу биологического разнообразия лососей и важнейших параметров среды их обитания, включая геоморфологию речного бассейна, гидрологический и температурный режимы, оценку источников поступления в реку неорганического материала и органических веществ. Сформулированы цель и задачи экологического мониторинга, выбраны его ключевые объекты и экологические индикаторы для оценки состояния речных экосистем, разработаны алгоритмы сокращенной и полномасштабной схем ихтиологического мониторинга [13].

Еще одной задачей является определение векторов мониторинга биоразнообразия других важнейших компонентов экосистемы лососевой реки, в т. ч. наземных, с тем чтобы экологический мониторинг постепенно отвечал задачам комплексной оценки состояния биоразнообразия речной экосистемы. В настоящее время выполнить эту задачу пока в полной мере невозможно из-за недостаточной изученности биоразнообразия нерыбных компонентов речной экосистемы. Однако некоторые предложения и методические рекомендации, на наш взгляд, уже удалось сформулировать по итогам проведенных исследований [14].

## Литература

1. Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. – Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центр. – Т. 1. – 2008. – 481 с. Т. 2. – 2011. – 473 с.
2. Крогиус Ф.В., Крохин Е.М., Менишуткин В.В. Сообщество пелагических рыб оз. Дальнего. – Л.: Наука. 1969. – 88 с.
3. Крогиус Ф.В., Крохин Е.М., Менишуткин В.В. Тихоокеанский лосось-нерка в экосистеме оз. Дальнего (Камчатка). – Л.: Наука, 1987. – 200 с.
4. Живоглядов А.А. Структура и механизмы функционирования сообществ рыб малых нересловых рек острова Сахалин. – М.: ВНИРО, 2004. – 128 с.
5. Карпенко В.И. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. – М.: ВНИРО, 1998. – 165 с.
6. Иванков В.Н., Андреева В.В., Тяпкина Н.В., Рухлов Ф.Н., Фадеева Н.П. Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1999. – 260 с.
7. Pearcy W.G. Ocean Ecology of North Pacific Salmonids. – Seattle: Washington Sea Grant, 1992. – 179 p.
8. Levings C.D. Ecology of Salmonids in Estuaries around the World: Adaptations, Habitats, and Conservation. – UBC Press. Vancouver-Toronto, 2016. – 371 p.
9. Willson M.F., Halupka K.C. Anadromous fish as keystone species in vertebrate communities // Cons. Biol. – 1995. – № 9. – P. 489–497.
10. Cederholm C.J., Kunze M.D., Murota T., Sibastani A. Pacific salmon carcasses: essential contributions of nutrients and energy for aquatic and terrestrial Ecosystems // Fisheries. – № 24. – Vol. 10. 1999. – P. 6–15.
11. Лобков Е.Г. Трофические взаимоотношения бурого медведя и птиц на лососевых нерестилищах Камчатки // Бурый медведь Камчатки: экология, охрана и рациональное использование. Kamchatka Brown Bear: Ecology, Conservation, and Sustainable Use. – Владивосток: Дальнаука. 2006. – С. 84–93.
12. Лобков Е.Г. Птицы в экосистемах лососевых водоемов Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2008. – 96 с.
13. Павлов Д.С., Савваитова К.А., Кузищин К.В., Груздева М.А., Стэнфорд Д.А. Состояние и мониторинг биоразнообразия лососевых рыб и среды их обитания на Камчатке (на примере территории заказника «Река Коль»). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. — 156 с.
14. Материалы по биоразнообразию реки Коль (Западная Камчатка): Моногр. / Под ред. Е.Г. Лобкова и В.И. Карпенко. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс: КамчатГТУ, 2016. – 220 с.
15. Шуваева Ю.Э., Чернягина О.А. Материалы по флоре водных и прибрежно-водных местообитаний в окрестностях биостанции «Река Коль» // Материалы по биоразнообразию бассейна реки Коль (Западная Камчатка). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс: КамчатГТУ, 2016. – С. 20–43.
16. Введенская Т.Л. Бентос реки Коль // Материалы по биоразнообразию бассейна реки Коль (Западная Камчатка). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс: КамчатГТУ, 2016. – С. 44–55.
17. Введенская Т.Л. Роль наземных насекомых в качестве компонента питания молоди лососей и других видов рыб в некоторых озерах Камчатки. – Сб. Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. – 2014. – С. 134–143.
18. Есин Е.В., Чебанова В.В., Леман В.Н. Экосистема малой лососевой реки Западной Камчатки (среда обитания, донное население и ихтиофауна). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 171 с.
19. Чебанова В.В. Бентос лососевых рек Камчатки. – М.: Изд-во ВНИРО. 2009. – 172 с.
20. Лобкова Л.Е. Материалы по энтомофауне низовий и среднего течения реки Коль // Материалы по биоразнообразию бассейна реки Коль (Западная Камчатка). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс: КамчатГТУ, 2016. – С. 57–102.
21. Thompson A.M. The Trophic Ecology, Life History, and Distribution of *Anisogammaruskygi* (Crustacea: Malacostraca: Amphipoda), a small abundant crustacean on the Utkholok River in Kamchatka, Russian Far East // Proposal for Master's Thesis Research. Flathead Lake Biological Station Univ. of Montana Department of Biological Sciences. – 2006. – 40 p.

22. Карпенко В.И. Лососевые ресурсы рек Западной Камчатки: прошлое, настоящее и перспективы промыслового использования // Традиционные знания и их значимость для сохранения биоразнообразия Камчатки / Под ред. Ю.В. Корчагина. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамГУ им. Витуса Беринга, 2008. – С. 48–68.

23. Карпенко В.И., Лозовой А.П., Погорелова Д.П., Бонк А.А. Ихтиофауна и пищевые отношения молоди рыб реки Коль // Материалы по биоразнообразию бассейна реки Коль (Западная Камчатка). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс: КамчатГТУ, 2016. – С. 108–146.

24. Кузицин К.В., Малютин А.М., Груздева М.А. Сезонная динамика питания и пищевые отношения молоди лососевых рыб (Salmonidae) в бассейне реки Коль (Западная Камчатка) // Вопросы ихтиологии. – 2015. – Т. 55. – С. 323–350.

25. Лобков Е.Г. Фауна и население птиц бассейна реки Коль // Материалы по биоразнообразию бассейна реки Коль (Западная Камчатка). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс: КамчатГТУ, 2016. – С. 147–201.

26. Gende S.M., Willson M.F. Passerine densities in riparian forests of southeast Alaska: potential effects of anadromous spawning salmon // Condor. – Vol. 103. – 2001. – P. 623–629.

27. Валенцев А.С. Наземные млекопитающие бассейна реки Коль и прилегающих территорий // Материалы по биоразнообразию бассейна реки Коль (Западная Камчатка). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс: КамчатГТУ, 2016. – С. 202–207.

28. Островский В.И. Роль естественного отбора в формировании возрастной структуры субизолятов нерки озера Азабачьего // Популяционная биология и систематика лососевых. – Владивосток: ИБМ ДВНЦ АН СССР, 1980. – С. 24–25.

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

УДК [639.27:594.1](265.54)

**Л.С. Афейчук**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
Владивосток, 690091  
e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru*

**РЕСУРСЫ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ  
СКОПЛЕНИЙ АНАДАРЫ БРОУТОНА (*ANADARA BROUGHTONII*)  
В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

В работе дано описание ресурсов и современного состояния промысловых скоплений анадара Броутона в заливе Петра Великого. В первом по величине промысловом скоплении моллюска в Амурском заливе состояние стабильно на протяжении всего периода его эксплуатации (2005–2016 гг.). В состоянии скопления Уссурийского залива в период после снятия запрета промысла с 2010 по 2016 гг. отмечена стабильность.

**Ключевые слова:** анадара Броутона, промысловые скопления, Уссурийский залив, Амурский залив, воздействие промысла, промысловый запас, размерный состав, эксплуатируемая часть, рациональная эксплуатация.

**L.S. Afeychuk**

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

**RESOURCES OF ANADARA (*ANADARA BROUGHTONII*) AND MODERN STATE  
OF ITS COMMERCIAL AGGREGATIONS IN PETER THE GREAT BAY (JAPAN SEA)**

Resources of anadara in Peter the Great Bay and modern state of its commercial aggregations are described. The largest aggregation in the secondary Amur Bay has stable condition during the entire period of its exploitation (2005–2016). The aggregation in the secondary Ussuri Bay, overfished previously, is recovered after the fishery ban in 2010 and now is also stable.

**Key words:** anadara, commercial aggregation, Ussuri Bay, Amur Bay, fishery impact, commercial stock, size stock, exploited stock, rational exploitation.

Анадара Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenck, 1867) – двустворчатый моллюск, представитель инфауны, который обитает в основном в морях Юго-Восточной Азии, где является одним из самых ценных объектов промысла и культивирования. Блюда из анадара является деликатесом, относятся к диетическим, т. к. моллюск практически не содержит жира и богат белками, витаминами, полисахаридами, а также веществами, обладающими лечебно-профилактическим эффектом. В тканях анадара содержатся биологически активные соединения, предупреждающие инфаркт миокарда и образование тромбов, регулирующие содержание сахара в крови и холестерина, а также соединения – антиоксиданты, необходимые при лечении гипертонии, артрита и восстановлении организма после радиационных поражений или отравлений тяжелыми металлами. Анадара содержит хорошо сбалансированный комплекс минералов, в т. ч. селен и йод. Употребление в пищу анадара положительно влияет на состояние здоровья человека.

Северная граница ареала анадара проходит в южном Приморье, где присутствуют более суровые экологические условия для существования вида с пониженными зимними температурами

по сравнению с южными районами, что обуславливает замедление темпов роста моллюсков, большую продолжительность жизни особей, нерегулярное пополнение скоплений молодь в связи с нестабильностью сроков нереста.

Анадара создает основные промысловые скопления общей площадью около 160 км<sup>2</sup> в кутовых частях Амурского и Уссурийского заливов на глубинах от 2 до 15 м, где моллюск доминирует в биотопе илисто-песчаных мелководий (рис. 1). Другие небольшие поселения анадары сосредоточены на значительно меньшей акватории (около 50 км<sup>2</sup>) и не представляют интереса для промышленного освоения [1].

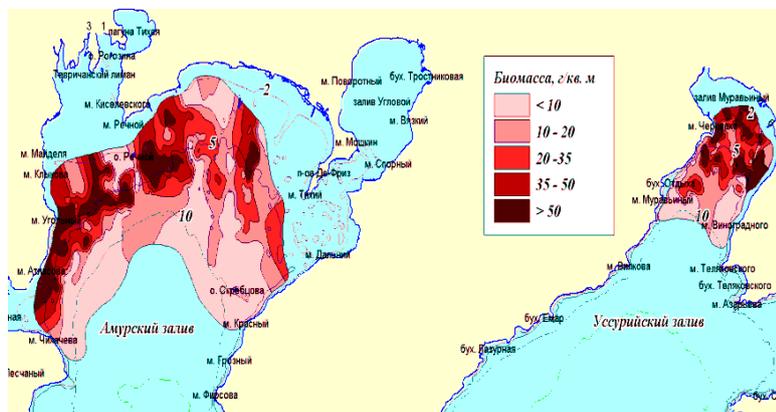


Рис. 1. Схема расположения промысловых скоплений анадары в Приморье (данные по биомассе скопления за 2016 г. при коэффициенте уловистости драги, равном 1)

Целью данной работы является описание современного состояния промысловых скоплений анадары в зал. Петра Великого и ее ресурсы.

### Методика

Научно-исследовательские работы в Амурском и Уссурийском заливах были проведены на мотоботах дражным способом в летне-осенние периоды 1994–2016 гг. на глубинах от 2,5 до 15 м. Ежегодно выполняли от 170 до 800 контрольных дражирований в диапазоне глубин на общей площади от 100 до 156 км<sup>2</sup>, промеряли от 3500 до 9000 особей. Глубина зарывания зубьев драги в грунт не превышала 15 см. При расчетах принят коэффициент уловистости драги, равный 0,25.

В 2008 г. съемки вели на акватории Уссурийского залива водолазным способом на глубинах от уреза воды до 15 м. Проанализировано 258 станций, на каждой станции отбор проб проводили с трех рамок площадью 1 м<sup>2</sup> с поверхности и из толщи грунта глубиной до 15 см. Промерено 585 экз. анадары, собранных с площади 2 304 га.

Полученные данные обрабатывали с помощью пакетов программ STATISTICA 5.5, Excel 2003. При расчете численности и биомассы, а также оценке общего и промыслового запасов скоплений были использованы традиционные методы [2] и метод полигонов (ячейки Дирихле – Вороного или полигоны Тиссена) с применением ГИС MapInfo [3].

### Освоение скоплений анадары. Ретроспектива

Начиная с 1994 г. лов анадары в Приморье ведут на мотоботах дражным способом, выловленные моллюски идут в основном на экспорт. Добычу анадары в режиме контрольного лова до 2000 г. осуществляли в кутовой части Уссурийского залива, где по сравнению с Амурским заливом существуют более благоприятные условия для дражного лова. Рельеф дна Уссурийского залива в районе скопления анадары представляет собой вогнутую чашу, заполненную мягким илом, где наблюдается отсутствие мелей, устричных банок, кекуров, что позволяет беспрепятственно вести промысел моллюска.

В 2001 г. был начат промысел моллюсков в б. Суходол, а также было введено промышленное освоение ресурсов этого вида, что вызвало резкое увеличение промысловой нагрузки в продуктивных зонах Уссурийского залива. С 1999 по 2001 гг. квота ежегодного вылова увеличивалась вдвое (рис. 2). Наряду с этим увеличилось количество добывающих судов до 11 единиц на акваториях, не превышающих по площади 15 км<sup>2</sup>.

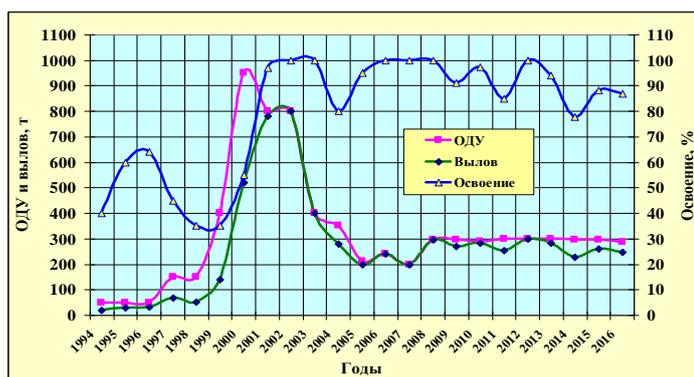


Рис. 2. Динамика освоения ресурсов анадары в зал. Петра Великого

В период 2001–2003 гг. скопления анадары Уссурийского залива были подвержены прессу интенсивного промысла, что негативно отразилось на их состоянии и привело к изменениям в структуре скоплений и снижению запасов. В частности, пресс интенсивного лова сказался на структуре поселения анадары Уссурийского залива в 2002 г., когда стала резко снижаться доля особей из промысловой части скопления (более, чем на 10%). Следует отметить, что в промысловую часть скопления входят моллюски, длина раковины которых превышает промысловый размер (до 2007 г. промысловый размер составлял не менее 70 мм). В период 1999–2003 гг. в результате увеличения промысловой нагрузки на скопление анадары произошло снижение ее промыслового запаса в 1,6 раза (с 3400 до 2080 т). Кроме того, увеличилось число моллюсков, поврежденных в процессе промысла. Тенденция снижения доли промысловых особей сохранялась до 2004 г., что обусловило необходимость запрета промысла на данной акватории. В целях сохранения биопотенциала скопления анадары в кутовой части Уссурийского залива и восстановления его численности в 2004 г. был введен запрет на промысловое освоение ресурсов анадары в данном районе, после чего в 2005 г. лов полностью переместился на акваторию Амурского залива.

В 2008 г. в скоплении анадары Уссурийского залива по данным водолазной съемки помимо возрастания общей численности поселения (до 34 млн экз.) прослеживалось увеличение общего и промыслового запасов (4,9 и 2,5 тыс. т, соответственно), по сравнению с данными съемок предыдущих лет.

Следует отметить, что результаты съемок, проведенных различными способами (водолажным и дражным), имеют различия. Водолазная съемка охватывает меньшие глубины, чем дражная. При водолажном способе исследований в пределах одного скопления увеличивается исследуемая площадь, а соответственно, и численность скопления, общий и промысловый запас, которые могут недоучитываться при использовании дражного метода. Однако пятилетний запрет промысла как мера регулирования промыслового воздействия на скопление анадары в Уссурийском заливе положительно повлиял на восстановление ресурсов моллюсков [4]. Состояние скопления к 2010 г. стабилизировалось. В 2010 г. запрет промысла был снят, и лов стал осуществляться как в Уссурийском, так и в Амурском заливе. Параметры промысловых скоплений в период 2005–2016 гг., по данным дражных съемок, представлены в таблице.

Таблица

Параметры промысловых скоплений анадары залива Петра Великого

Год	Средняя длина раковины, мм	Исследованная площадь, га	Численность, тыс. экз.	Общий запас, т	Эксплуатируемая часть		Промысловая часть	
					%	т	%	т
Кутовая часть Уссурийского залива								
2005	85	2 830	11 313	2 009	70	1 406	89	1 800
2005*	85	2 830	11 313	2 009	46*	924*	65*	1 306*
2010	85	3 978	23 127	3 469	52	1 804	68	2 359
2011	81	3 068	19 782	2 859	41	1 180	52	1 497
2012	85	3 301	12 836	2 120	53	1 124	68	1 399
2013	84	2 887	14 951	2 438	49	1 188	63	1 529
2014	84	2 944	16 703	2 795	36	1 006	56	1 565
2015	83	3 242	16 893	2 616	34	889	52	1 360
2016	82	2 773	14 794	2 704	39	1 055	52	1 406

Окончание табл.

Год	Средняя длина раковины, мм	Исследованная площадь, га	Численность, тыс. экз.	Общий запас, т	Эксплуатируемая часть		Промысловая часть	
					%	т	%	т
Кутовая часть Амурского залива								
2007	90	13 820	61 379	11 171	45	5 027	77	8 602
2008	90	13 542	64 339	11 581	40	4 362	75	8 639
2009	94	14 470	56 362	10 215	33	3 371	80	8 172
2010	94	15 618	59 506	11 990	34	4 076	83	9 952
2011	91	10 396	58 679	11 909	31	3 692	73	8 694
2012	88	11 810	48 415	10 618	31	3 292	64	6 796
2013	90	10 722	61 458	11 798	36	4 259	71	8 421
2014	89	12 864	62 122	10 569	38	4 016	69	7 293
2015	88	12 864	61 267	11 320	42	4 754	72	8 150
2016	88	13 570	59 240	10 678	49	5 232	73	7 795

\* пересчет эксплуатируемой и промысловой части скопления в соответствии с установленным в 2007 г. минимальным промысловым размером

В соответствии с Правилами рыболовства для Дальневосточного бассейна промысловый размер анадары в 2007 г. принят не менее 80 мм по длине раковины. До 2007 г. из уловов в основном выбирали животных, пользующихся наибольшим спросом на международном рынке, длина раковины которых составляет от 70 до 96 мм (вылавливаемая или эксплуатируемая часть скопления). Более крупных моллюсков в основном возвращали в среду обитания, реже направляли на внутренний рынок. После введения в действие в 2007 г. Правил рыболовства в связи с изменением промыслового размера сократилась как доля промысловой части скопления, так и доля эксплуатируемой части, в которую стали входить моллюски, длина раковины которых составляет от 80 до 96 мм.

### Размерный состав

Размерный состав поселения анадары в кутовой части Амурского залива, являющегося с 2005 г. основным местом промысла, на протяжении ряда лет изменялся незначительно (рис. 3). Отмечено ежегодное снижение (с 94 до 88 мм) средней длины раковины особей в период 2010–2016 гг., что в целом указывает на тенденцию некоторого «омоложения» скопления. Средняя длина раковины моллюсков кутовой части Уссурийского залива в период 2010–2016 гг. практически не изменялась и была около 84 мм.

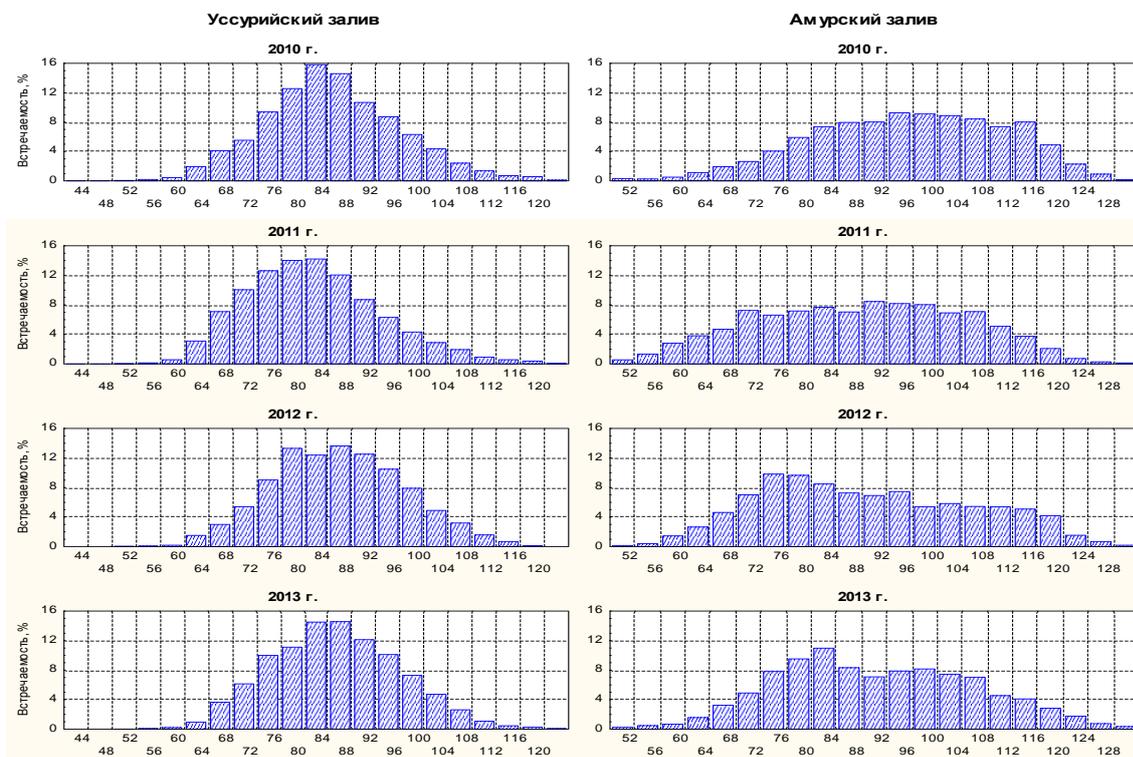


Рис. 3. Размерный состав поселений промысловых скоплений анадары (2010–2016 гг.) (окончание см. на с. 33)

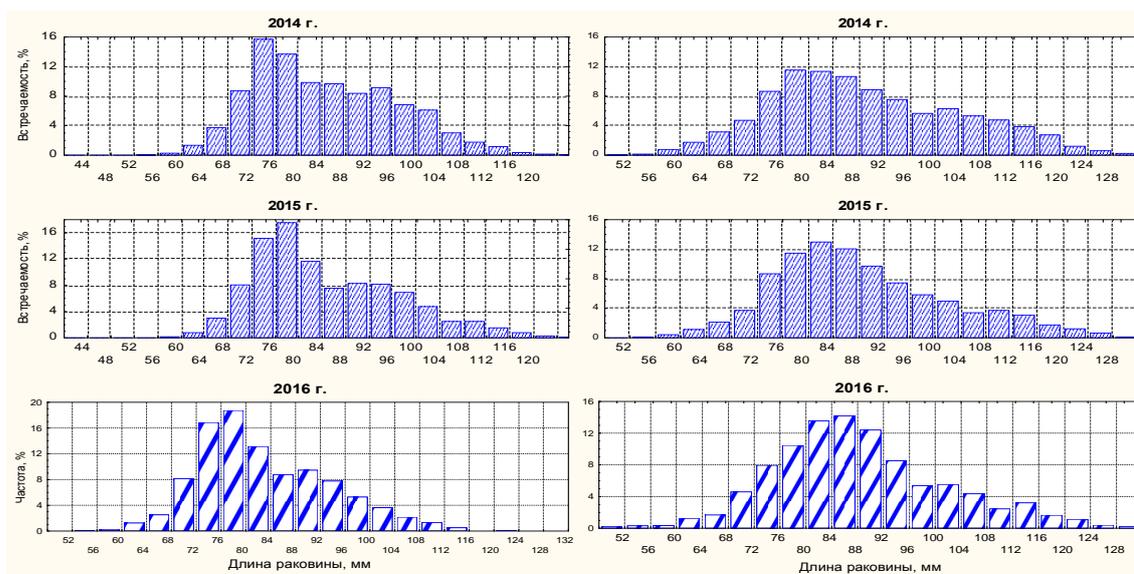


Рис. 3. Окончание (начало см. на с. 32)

### Заключение

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что скопление анадары в кутовой части Уссурийского залива площадью около 31 км<sup>2</sup> эксплуатируется промыслом после снятия на него запрета в течение семи лет. Отмечено несущественное изменение общего и промыслового запасов, что объяснимо погрешностью методов исследования. Анализ усредненных межгодовых параметров скопления показывает, что на занятой им площади сосредоточено в среднем около 16 млн экз. моллюсков, общий запас находится на уровне 2,6 тыс. т, эксплуатируемая часть скопления составляет около 44% (1,14 тыс. т), промысловая часть скопления составляет около 60% (1,55 тыс. т).

Для скопления анадары Амурского залива площадью около 130 км<sup>2</sup> характерно незначительное изменение общей численности (около 60 млн экз.), общего и промыслового запасов (11,2 тыс. т и 8,3 тыс. т (74%) соответственно). Эксплуатируемая часть скопления в среднем составляет около 38% общей численности и находится на уровне 4,2 тыс. т. В скоплении моллюска в Амурском заливе состояние стабильно на протяжении всего периода его эксплуатации (2005–2016 гг.). В состоянии скопления Уссурийского залива в период 2010–2016 гг. отмечена стабильность.

Для сохранения ресурсного потенциала вида с длительным жизненным циклом в условиях экологических особенностей существования вида на краю ареала, с учетом условий формирования поселений в Амурском и Уссурийском заливах, а также специфики лова моллюска возникает необходимость тщательного регулирования промысловой нагрузки. Как показывает практика, эксплуатация ресурсов анадары в установленном ежегодном объеме ОДУ около **0,300 тыс. т** не оказывает существенного негативного влияния на состояние ее ресурсов. Однако при эксплуатации ресурсов анадары в промысловых скоплениях Амурского и Уссурийского заливов, находящихся на краю ареала, необходимо проводить их ежегодный мониторинг.

### Литература

1. Афейчук Л.С. Промысловые ресурсы анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в заливе Петра Великого (Японское море) // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченная к 145-летию Севастопольской биологической станции (19–24 сентября 2016 г.). Морские биологические исследования: достижения и перспективы. – Севастополь, 2016. Часть III. – С. 334–338.
2. Основные методы оценки численности и биомассы водных биологических ресурсов, величины запаса и его прогноза, оценки возможной доли изъятия, а также сбора данных, характеризующих численность, биомассу, величину запаса, а также биологических и промысловых данных, используемые в ФГУП «ТИНРО-Центре». – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2013. – 49 с.
3. 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.
4. 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. – 2009. – Т. 159. – С. 101–109.

УДК 639.3.045.3

П.А. Балыкин, А.В. Старцев

Южный научный центр РАН,  
Ростов-на-Дону, 344006  
e-mail: balykin.pa@rambler.ru

## РЕЗУЛЬТАТЫ ВСЕЛЕНИЯ ПИЛЕНГАСА В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ БАССЕЙН

Приводятся сведения о размерном, возрастном составе уловов пиленгаса. Улов более, чем на  $\frac{3}{4}$  состоял из рыб 4- и 5-летнего возраста. Рассчитан размерный состав для четырех возрастных групп (2+ ... 5+), в достаточной степени представленных в уловах. По причине браконьерства промысел дальневосточной кефали был прекращен через 22–23 года после его начала.

**Ключевые слова:** акклиматизант, пиленгас, Азовское море, размерный и возрастной состав.

P. A. Balykin, A. V. Starcev

Southern Scientific Center of RAS,  
Rostov-on-Don, 344006  
e-mail: balykin.pa@rambler.ru

## RESULTS OF INTRODUCING FAR EASTRED-FINNED MULLET IN THE AZOV-BLACK SEA BASIN

The data on size and age structure of red-finned mullet catches.  $\frac{3}{4}$  of catch was formed by 4 and 5 years old fish are given. The size structure was calculated for 4 age groups (2+ ... 5+) which dominated in the catches. Owing to poaching the fishery of Far East mullet was stopped in 22–23 years after its beginning.

**Key words:** acclimatizant, red-finned mullet, Azov sea, size and age structure.

### Введение

Важнейшим методом повышения рыбохозяйственной ценности водоемов является акклиматизация рыб. С этой целью в Азово-Черноморский бассейн был вселен пиленгас (*Lisahaematochelus* (Temmincket Schlegel, 1845)). Выбор объекта интродукции не был случайным. Помимо стремления заполнить экологическую нишу бентосоядных рыб, численность которых сократилась, и, в частности, черноморских кефалей, учитывались высокая эврибионтность и хорошие товарные качества пиленгаса [1]. Пиленгас относится к разряду высококачественных столовых рыб, из которых вырабатывается широкий ассортиментом продукции. Для пиленгаса характерно накопление жировых запасов,

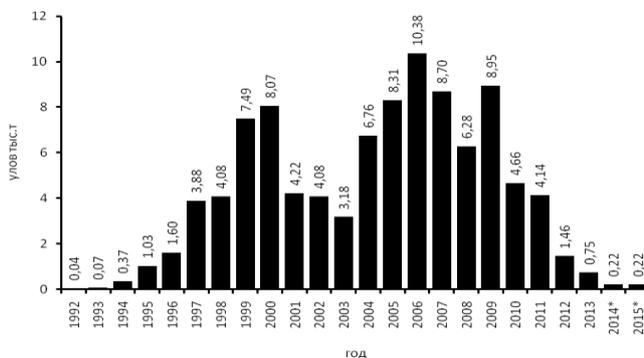


Рис. 1. Динамика уловов пиленгаса в бассейне Азовского моря (\* вылов России, включая Крым)

как в мышцах, так и в двух жировых депо: на петлях кишечника и под плавательным пузырем. Средние показатели жирности мышц у рыб в Азовском море составляют 10–12% сырого веса, но в ряде случаев могут достигать 16–17% [2]. Жирность пиленгаса в нативном ареале (Японском море) существенно ниже и составляет в среднем 8,1–9% [3].

Поэтапная акклиматизация в 1979–1985 гг. привела к формированию к концу 1980-х гг. самовоспроизводящейся популяции. В короткий срок пиленгас расселился и освоил большую часть Азовского моря, в т. ч. и Таганрогский залив. В 1992 г. пиленгас был включен в Реестр промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна, а с 1993 г. разрешен его промысловый лов (рис. 1). Следует сообщить, что украинские уловы были в два раза больше российских.

В конце 90-х гг. запас пиленгаса в Азовском море оценивался более чем в 43 тыс. т, что позволяло довести промысловое изъятие до 10–15 тыс. т. [4]. Последовательное вступление в промысел поколений 2001–2002 гг. обеспечило рост запаса в 2005 г. до 62 тыс.т. [5]. Биомасса промысловой части популяции пиленгаса в Азовском море в 2011 г. определена на уровне 30 тыс. т [6], из них примерно треть – в водах, находящихся под российской юрисдикцией. Как видно из рис. 2, за последние семь лет промысловый запас пиленгаса уменьшился на порядок и в 2015 г. оценивался специалистами АзНИИРХа в 2,6 тыс. т. В результате столь существенного падения численности специализированный лов пиленгаса в Азовском море временно запрещен, а его изъятие допускается лишь в качестве прилова при осуществлении прибрежного рыболовства. Согласно данным украинских специалистов, за последние 10 лет улов пиленгаса уменьшился в 20 раз (www.fishfamchatka.ru, 11 января 2017 г.) К основным причинам снижения запаса пиленгаса относят постоянный интенсивный пресс изъятия (официального и неофициального промысла – [7]), а также ухудшение условий естественного воспроизводства пиленгаса в Азовском бассейне.

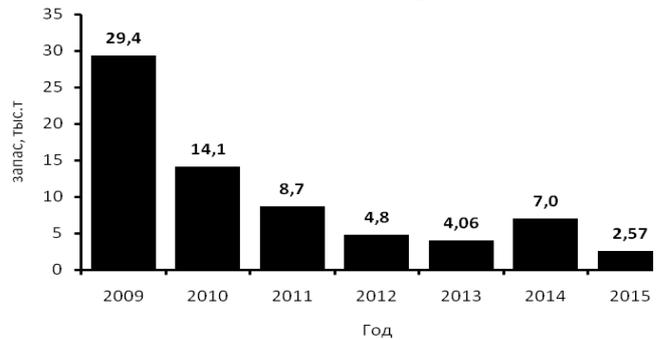


Рис. 2. Динамика промысловой биомассы пиленгаса в российских водах Азовского и Черного морей (данные АзНИИРХА)

Процесс акклиматизации вида всегда сопровождается определенными взаимодействиями с элементами местных биоценозов. В связи с этим Л.А. Зенкевичем (1940) были выделены два типа акклиматизации: акклиматизация внедрения и акклиматизация замещения. Первая форма имеет место при существовании в водоеме свободной экологической ниши, занимаемой акклиматизантом, в результате чего он практически не конкурирует с местными видами. К этому типу следует отнести и натурализацию пиленгаса в Азово-Черноморском бассейне.

А.Ф. Карпевич (1975) выделила пять «узловых фаз процесса акклиматизации и натурализации вида в новых условиях»:

- 1) выживание переселенных особей в новых для них условиях – период физиологической адаптации;
- 2) размножение особей и начало формирования популяции;
- 3) максимальная численность переселенца – фаза «взрыва»;
- 4) обострение противоречий переселенца с биотической средой;
- 5) натурализация в новых условиях.

За 30–40 лет дальневосточный пиленгас прошел все перечисленные фазы акклиматизации и стал неотъемлемым компонентом ихтиоценов Азовского и Черного морей. В таком качестве и следует рассматривать биологический состав популяции пиленгаса и его изменения. Целью настоящей работы является описание эффекта от вселения пиленгаса.

### Результаты и обсуждение

Естественный ареал пиленгаса – в Японском море (на север – до Амурского лимана, на юг – до Фузана), в Желтом море – на юг до Тянь Цзыня. В пределах Приморского края пиленгас обитает от зал. Петра Великого до Амурского лимана.

Пиленгасу свойственна высокая эврибионтность. Он выдерживает широкий диапазон солености: от 0 до 33‰ [10, 11]), колебания температуры от 0,4 до +35°C и жесткости от 0 (родниковая вода) до 213 мг/л [12]. Однако несмотря на неприхотливость и высокую пластичность, в нативном ареале пиленгас характеризуется как второстепенная промысловая рыба. По литературным данным, суммарная добыча кефалей в Приморье (пиленгаса и лобана) не превышает 100–200 т.

В климатических и трофических условиях Азово-Черноморского бассейна в биологии вселенца произошел ряд адаптивных изменений [2]. Отмечено расширение спектра питания, увеличение темпов линейно-массового роста и ускорение (в среднем на один год) полового созревания. Часть самцов созревает уже в возрасте двух лет, когда их длина не превышает 20 см. Созревание самок в новых условиях отмечается на третьем году жизни, а массовое их созревание отмечается на год позже.

В Черном и Азовском морях темп линейного и весового роста пеленгаса в сравнении с Японским морем в 1,5–3 раза больше (рис. 3) [13].

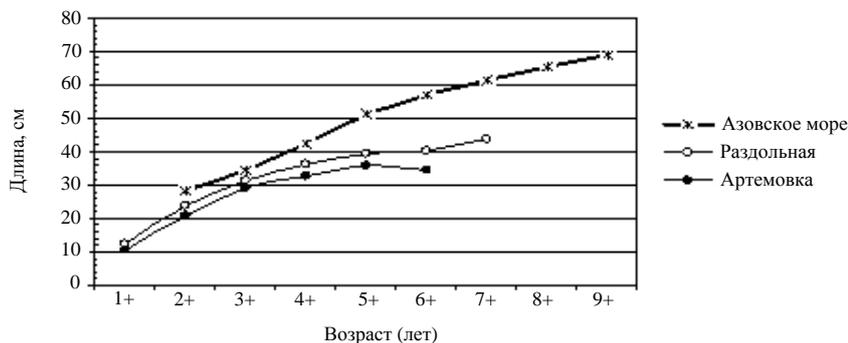


Рис. 3. Длина пеленгаса в разном возрасте в Азовском море и реках Приморского края [13]

Эффективный нерест пеленгаса отмечается практически на всей морской акватории и акватории многих лиманов (включая районы с соленостью, пониженной до 4–5‰). Сравнение материалов ихтиопланктонных съёмок показывают, что в Азовском море наиболее высокие плотности распределения наблюдаются не в районах наибольшего осолонения моря, а в распресненном Таганрогском заливе [2].

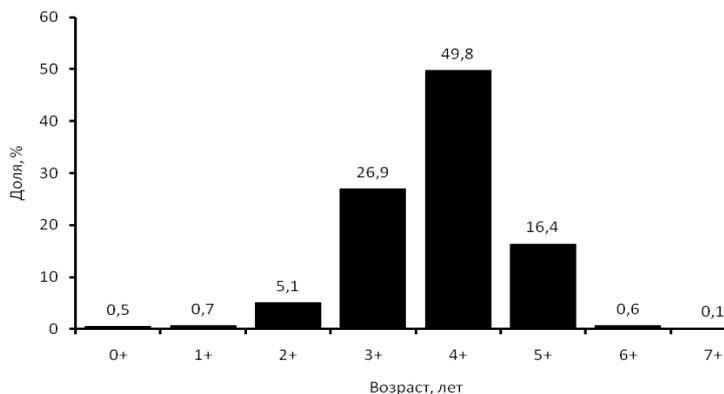


Рис. 4. Возрастной состав пеленгаса по материалам 2003–2007 гг.

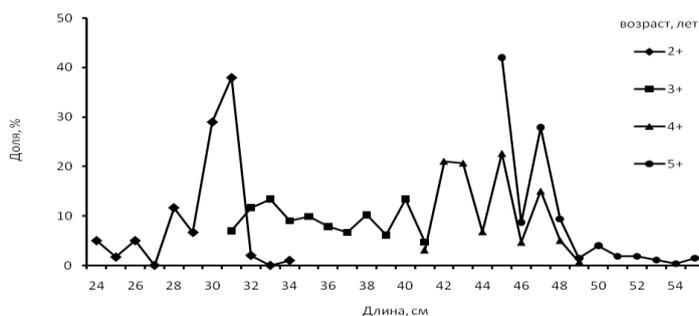


Рис. 5. Размерный состав пеленгаса в возрасте 2+ ... 5+

Опять же из-за селективности ставных сетей размерный состав удалось рассчитать только для четырех возрастных групп (рис. 4), в достаточной степени (более 5%) представленных в уловах. Очевидно, что рыбы группы 5+ и старше улавливаются в неполной мере, поскольку среди таковых доминируют особи мелких для указанного возраста размеров (рис. 4 и 5).

Около 80% исследованных рыб возраста 2+ имели длину 28–31 см; примерно 60% четырех- и пятилетних особей относились к группам 32–35 и 42–45 см, соответственно (рис. 5).

### Заключение

Таким образом, в новых условиях обитания полностью подтвердились высокая эврибионтность свойств и адаптационных способностей пеленгаса. Им освоен обширный ареал, расширен

спектр питания и проявлена способность высокоэффективного воспроизводства в широком диапазоне солености [7]. Однако успешное освоение новой среды обитания привело к «освоению» пиленгаса браконьерами, поэтому реальный вылов минимум в два раза превышал официальные данные [7], в результате чего промысел дальневосточной кефали был временно прекращен через 22–23 года после внесения ее в список объектов промышленного рыболовства. Можно сделать вывод, что в современных условиях интродукция новых видов в районы с интенсивной эксплуатацией водных биоресурсов может обусловить не только рост легальной рыбной промышленности, но и усиление нелегального пресса на рыбные запасы. Эти последствия не способствуют сохранению и улучшению состояния водных биоресурсов, тем более в условиях международного статуса Азовского моря.

### Литература

1. *Зайцев Ю.П., Старушенко Л.И.* Пиленгас (*MugilsoiuyBas.*) – новая промысловая рыба в Черном и Азовском морях // Гидробиол. журн. – 1997. – Т. 33. – С. 29–37.
2. *Пряхин Ю.В.* Об акклиматизации пиленгаса в Азовском море. Биология и промысловое использование // Комплексный мониторинг среды и биоты Азовского бассейна / Российская академия наук – Кольский научный центр – Мурманский морской биолог. ин-т. – Апатиты, 2004. – Т. VI. – С. 177–192.
3. *Рылов В.Г., Шерман Ю.В., Пиленко Ю.В.* Пиленгас в континентальных рыбохозяйственных водоемах. – Симферополь: Таврия, 1998. – 101 с.
4. *Пряхин Ю.В. Воловик С.П.* Результаты акклиматизации пиленгаса в Азовском море // Сб. науч. тр. АЗНИИРХ «Основн. пробл. рыб. хоз-ва и охраны рыбохоз. водоемов Азово-Черноморского бассейна». – Ростов н/Д., 1997. – С. 204–210.
5. *Беседин В.Б., Реков Ю.И.* Современный этап становления популяции пиленгаса в Азовском море // Сб. науч. тр. АЗНИИРХ «Основ. пробл. рыб. хоз-ва и охраны рыбохоз. водоемов Азово-Черноморского бассейна». – Ростов н/Д., 2003. – С. 181–188.
6. *Изергин Л.В., Демьяненко К.В.* Современное состояние и тенденции изменения рыбных запасов Азовского моря // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: Материалы VII Междунар. конф. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т. 1. – С. 22–26.
7. *Пряхин Ю.В.* Состояние популяции акклиматизанта пиленгаса в Азовском море и ее промысловое освоение // Современное состояние водных биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. – С. 232–236.
8. *Зенкевич Л.А.* Об акклиматизации в Каспийском море новых кормовых (для рыб) беспозвоночных и теоретические к ней предпосылки // Бюл. МОИП. – 1940. – Т. 49 (1). – С. 19–32.
9. *Карпевич А.Ф.* Теория и практика акклиматизации водных организмов. – М., 1975. – 432 с.
10. *Дехник Т.В.* Икра пиленгаса и ее развитие // Известия ТИНРО. – 1951. – Т. 34. – С. 262–266.
11. *Мизюркина А.В.* Нерест пиленгаса в Амурском заливе // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 5. – С. 31.
12. *Бабаян К.Е.* Выращивание кефали в пресных водоемах // Труды ВНИИПРХ. – 1963. – Вып. 12. – С. 47–63.
13. *Лужняк В.А., Старцев А.В.* Виды вселенцы и их роль в ихтиоценозах исследуемого региона // Ихтиофауна Азово-Донского и Волго-Каспийского бассейнов и методы ее сохранения / Под общ. ред. академика Г.Г. Матишова. – Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. – С. 28–78.

УДК 597.2/.5(282.247.3:470.620)

**О.А. Болкунов, Н.Г. Пашинова, Г.А. Москул**

*Кубанский государственный университет,  
Краснодар, 350040  
e-mail: pashinova@bk.ru*

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РЕКИ ЕЯ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Изучена кормовая база, определены биопотенциальные возможности, и рассчитана потенциальная рыбопродуктивность водоемов бассейна реки Ея.

**Ключевые слова:** река Ея, кормовые ресурсы, биопотенциальные возможности, рыбопродуктивность.

**O.A. Bolkunov, N.G. Pashinova, G.A. Moscul**

*Kuban State University,  
Krasnodar, 350040  
e-mail: pashinova@bk.ru*

## **THE CURRENT STATE OF BIOLOGICAL RESOURCES OF THE RIVER YEYA AND THEIR RATIONAL USE**

Forage resources have been researched, biopotential capacities have been defined and fish production rate in water impoundments of the Yeya river basin has been calculated.

**Key words:** Yeya river, forage resources, biopotential capacities, fish production rate.

### **Введение**

Снижение вылова ценных видов рыб в Азовском море вызывает необходимость изыскать пути повышения рыбопродуктивности внутренних водоемов и более полно использовать их природный биопотенциал. К таким водоемам можно отнести группу приазовских рек (Ея, Челбас, Бейсуг, Кирпили, Понура и их притоки), русло которых зарегулировано и представляет собой каскад прудов-водохранилищ площадью от 5 до 350 га и более. При строительстве дамб (плотин) планировалось использовать водоемы комплексно: как для орошения земель, водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных предприятий, так и для выращивания пресноводной рыбы. Но до настоящего времени основная часть водоемов в рыбохозяйственных целях используется слабо, неэффективно.

Исследования показывают, что практически все водоемы, расположенные на реках Азово-Кубанской равнины, таят в себя большие потенциальные возможности, и при рациональном их использовании естественная рыбопродуктивность может достигнуть более 14 ц/га.

### **Материал и методы исследования**

Исследования проводили в 2010–2015 гг. на водоемах бассейна р. Ея. Собрано и обработано 285 гидробиологических проб (фитопланктон – 90, зоопланктон – 110, зообентос – 85), кроме того, изучались макрофиты, гидрологический и гидрохимический режимы водоемов, а также видовой состав и биология основных промысловых видов рыб. Пробы отбирали в течение всего вегетационного периода (весной, летом, осенью). Сбор и обработку проб проводили согласно общепринятым методикам [1–4].

### **Результаты и их обсуждение**

Река Ея берет свое начало в 5 км к югу от станицы Новопокровской Краснодарского края и впадает в Ейский лиман, соединяющийся с Азовским морем. Это самая длинная и многоводная река Азово-Кубанской равнины. Длина ее – 311 км, площадь водосборного бассейна – 8650 км<sup>2</sup>. Она принимает притоки как справа, так и слева. Наиболее крупными притоками Еи первого порядка являются Сосыка, Куго-Ея и Кавалерка [5].

Река Ея и ее притоки зарегулированы и представляют собой каскад водоемов (прудов-водохранилищ) площадью от 10 до 250 га и более. Всего в бассейне р. Ея насчитывается 473 прудов-водохранилищ, общей площадью 7200 га. Средняя глубина водоемов колеблется от 1,2 до 2,5 м. Из общего количества водоемов, созданных в бассейне р. Ея специализированными рыбоводными хозяйствами используется 146 шт., общей площадью 2461 га. Остальная часть прудов-водохранилищ используется для орошения, водопоя скота, выгула водоплавающей птицы и любительского лова рыбы. В некоторых водоемах ведется промысел местных малоценных видов рыб (плотва, красноперка, густера, окунь и др.). Рыбопродуктивность в среднем составляет не более 35 кг/га, в то же время в водоемах, используемых специализированными рыбоводными хозяйствами, где проводятся рыбоводно-мелиоративные мероприятия (кормление карпа, удобрение прудов, зарыбление качественным рыбопосадочным материалом и др.) рыбопродуктивность колеблется по годам от 450 до 800 кг/га.

Вода водоемов бассейна р. Ея относится к сульфатному классу, натриевой группе, второму типу с минерализацией 2,8–5,6 г/л, жесткостью – 7,32–8,26 мг-экв/л, щелочностью – 4,50–5,82 мг-экв/л. Содержание общего азота составляет 1,05–2,24 мгN/л, общего фосфора – 0,36–0,66 мгP/л, рН – 7,8–8,6, окисляемость – 8,60–12,34 мгО/л.

Кормовые ресурсы (фитопланктон, зоопланктон, зообентос, макрофиты) водоемов бассейна р. Ея развиваются сравнительно хорошо (табл.1).

Таблица 1

Численность и биомасса кормовых организмов водоемов бассейна реки Ея (в среднем за 2010–2015 гг.)

Группа организмов	Единица измерения	Весна М ± m	Лето М ± m	Осень М ± m	Средняя М ± m
Фитопланктон	млн кл./м <sup>3</sup>	18742,6 ± 258,3	42612,5 ± 552,6	23435,6 ± 448,9	28263,57 ± 509,70
	г/м <sup>3</sup>	14,34 ± 1,52	32,21 ± 1,65	16,52 ± 0,86	21,03 ± 0,38
Зоопланктон	тыс. экз./м <sup>3</sup>	822,7 ± 5,87	923,5 ± 4,83	456,8 ± 4,23	734,34 ± 6,88
	г/м <sup>3</sup>	7,54 ± 0,89	8,87 ± 0,76	3,52 ± 0,73	6,64 ± 0,24
Зообентос	экз./м <sup>2</sup>	654,32 ± 9,76	1052,31 ± 11,48	564,65 ± 6,45	757,10 ± 7,98
	г/м <sup>2</sup>	4,52 ± 0,65	12,87 ± 0,86	8,35 ± 0,63	8,58 ± 0,13
Макрофиты	кг/м <sup>2</sup>	3,13 ± 0,74	9,64 ± 0,84	15,23 ± 0,48	9,33 ± 1,67

Анализ фитопланктона водоемов бассейна р. Ея показал, что в формировании его принимали участие водоросли семи отделов: зеленые, сине-зеленые, желто-зеленые, золотистые, эвгленовые, диатомовые и пиррофитовые. Зеленые водоросли представлены тремя классами: протококковые, вольвоксовые, сеплянки. Последний включает представителей подотряда десмидиевых. Биомасса фитопланктона колеблется за вегетационный сезон от 14,34 ± 1,52 до 32,21 ± 1,65 г/м<sup>3</sup>, составляя в среднем за период исследований 21,03 ± 0,38 г/м<sup>3</sup>.

Зоопланктон представлен коловратками, веслоногими и ветвистоусыми рачками. Биомасса зоопланктона за период исследований составляет 6,64 ± 0,24 г/м<sup>3</sup>, с колебаниями от 8,87 ± 0,76 до 3,52 ± 0,73 г/м<sup>3</sup>.

Донная фауна р. Ея представлена в основном личинками хирономид, олигохетами, личинками водяных жуков, стрекоз, поденок, ручейников, а также мизидами и моллюсками.

Остаточная биомасса мягкого зообентоса колеблется от 12,87 ± 0,86 до 4,52 ± 0,65 г/м<sup>2</sup>, составляя в среднем за период исследований 8,58 ± 0,13 г/м<sup>2</sup>.

Макрофиты водоемов, расположенных на р. Ея, представлены 16 видами. Основной фон растительности дает тростник, окаймляя берега, реже он встречается в виде островов, разбросанных по акватории водоемов. Помимо тростника из жесткой растительности распространены камыш прибрежный, рогоз узколистный и др. Мягкая подводная растительность (уруть колосистая, гречиха земноводная, рдест пронзеннолистный, курчавый, гребенчатый и др.) занимает от 30 до 65% акватории водоемов. Биомасса макрофитов колеблется от 15,23 ± 0,48 кг/м<sup>2</sup> (осенью) до 3,13 ± 0,74 кг/м<sup>2</sup> (весной), составляя в среднем за вегетационный сезон 9,33 ± 1,67 кг/м<sup>2</sup>.

Исследования ихтиофауны рек Азово-Кубанской равнины, куда входит и р. Ея, проводили в 40-е гг. [6] и 80-е гг. [7] прошлого столетия. В 40-е годы ихтиофауна рек включала 25 видов, из них 10 видов обитали в нижнем течении рек, до первых плотин. Семейство Карповые включало двенадцать видов: сазан, лещ, плотва, тарань, густера, красноперка, уклейка, карась золотой и серебряный, линь, пескарь, верховка. Остальные пять семейств включали по одному – два вида. Семейство Щуковые: щука; семейство Вьюновые: щиповка, вьюн; семейство Окуневые: окунь обыкновенный, ерш обыкновенный и судак; семейство Колюшковые: малая южная колюшка,

семейство Сомовые: обыкновенный сом, а семейство Бычковые включало пять видов: бычок песочник, гонец, цуцик, Родиона и пуголовка азовская.

В 80-е гг. ихтиофауна включала 30 видов (без рыб нижнего течения рек). Семейство Карповые пополнилось новыми представителями, такими как: белый амур, белый толстолобик, пестрый толстолобик. Появились представители семейства Чукучановые: большеротый буффало, черный буффало, и семейства Икталуровые – канальный сом [7].

Последующие исследования, проведенные в 2000–2006 гг. показали, что видовой состав ихтиофауны рек заметно изменился и насчитывал 41 таксон с учетом видов нижних участков рек (до первых плотин). За прошедшие годы исчезли из состава ихтиофауны представители семейства Чукучановые – буффало. В то же время появились виды, которые ранее не встречались: горчак, амурский чебачок, медака, северокавказский пескарь, сибирская щиповка, черный амур. В нижних участках рек до первых плотин встречаются: рыбец, шемая, пиленгас, бобырец, некоторые виды бычков (бычок-песочник, бычок-гонец, бычок речной, бычок-цуцик, пуголовка азовская, пуголовка звездчатая), игла-рыба и др. [8].

Исследования, проведенные нами в 2010–2015 гг., показали, что видовой состав ихтиофауны рек заметно изменился. В настоящее время видовой состав ихтиофауны рек насчитывает 43 таксона, обитающих как в русловых водоемах, так и в нижнем течении рек до первых плотин, а также в зарыбленных водоемах, используемых предпринимателями для выращивания товарной рыбы и рыбопосадочного материала. Наиболее разнообразно в видовом отношении представлено семейство Карповые, которое включает более 20 видов, остальные семейства включают от одного до шести видов. Самыми массовыми по численности являются: красноперка, плотва, серебряный карась, уклейка, верховка, окунь. Из ценных промысловых видов встречаются: сазан, лещ, а в зарыбленных водоемах – карп, белый амур, белый и пестрый толстолобики. В некоторых водоемах фермеры и индивидуальные предприниматели выращивают совместно с карпом и растительными рыбами веслоноса, стерлядь, гибридов осетровых и других ценных видов рыб [9, 10].

Анализ литературных данных и наши исследования показали, что гидрологический, гидрохимический режимы и кормовые ресурсы основной части прудов-водохранилищ р. Ея в целом благоприятны для выращивания ценных быстрорастущих видов рыб. Кормовые ресурсы водоемов, не используемых специализированными рыболовными предприятиями, используются местными малоценными видами рыб, дающими рыбную продукцию низкого качества. Для рационального использования кормовых ресурсов водоемов необходимо разработать мероприятия, способствующие заметному повышению естественной рыбопродуктивности водоемов.

Однако следует отметить, что выход рыбопродукции определяется не остаточной биомассой кормовых организмов, а величиной их годовой (сезонной) продукции. Для определения продукции кормовых организмов мы воспользовались имеющимися в литературных источниках Р/В-коэффициентами, которые варьируют: для фитопланктона от 40 до 350, для зоопланктона – от 4,1 до 45, для мягкого зообентоса – от 5 до 10 генераций в год [11–14]. При определении потенциальной рыбопродуктивности водоемов бассейна р. Ея мы для большей достоверности расчетов приняли следующие Р/В-коэффициенты: для фитопланктона – 80, для зоопланктона – 20, для зообентоса – 6.

Полученные данные по продукции фитопланктона, зоопланктона и зообентоса являются ориентировочными, однако на их основе можно подойти к непосредственному определению потенциальной рыбопродуктивности водоемов (табл. 2).

Таблица 2

**Потенциальная рыбопродуктивность водоемов реки Ея**

Показатели	Группа организмов				Всего
	Фитопланктон	Зоопланктон	Зообентос	Макрофиты	
Остаточная биомасса, кг/га	378,54	119,52	85,80	93300,00	1496
Р/В-коэффициент	80	20	6	1,1	
Продукция, кг/га	30283	2390	515	102630	
Использование продукции, %	50	60	50	25	
Кормовой коэффициент	19	10	6	50	
Потенциальная рыбопродуктивность, кг/га	797	143	43	513	

Учитывая, что рыбы используют кормовую базу в различной степени в зависимости от ряда причин, связанных как с качеством потребителя (вид, возраст, поисковая способность, физиологическое состояние и др.), так и с кормовыми условиями (доступностью корма, температурой

воды, освещенностью, распределением корма и др.), мы допускаем возможность использования рыбами 50% продукции фитопланктона, 60% – зоопланктона, 50% продукции зообентоса и 25% продукции макрофитов.

В настоящее время все водоемы (327 шт. общей площадью 4739 га) не могут быть использованы для пастбищного рыбоводства, т. к. часть из них (более 120 шт. общей площадью около 1700 га) нуждаются в серьезных мелиоративных работах (расчистка ложа от ила и растительности, вскрытие родников, увеличение глубины, удаление излишней водной растительности и др.). Но большинство из них (207 шт. общей площадью 3039 га) вполне пригодны для выращивания товарной рыбы по пастбищному типу. Для этого необходимо провести мелиоративный отлов малоценных и хищных видов рыб и только после этого приступить к направленному формированию промысловой ихтиофауны водоемов путем зарыбления их ценными быстрорастущими видами рыб.

Зарыбление следует проводить годовиками (каarp, белый и пестрый толстолобики, белый амур и (добавочные) черный амур, пиленгас, бестер, веслонос и др.) индивидуальной массой не ниже 25–30 г из расчета 500 экз./га карпа, 1500 экз./га белого толстолобика, 300 экз./га пестрого толстолобика, 200 экз./га белого амура. На втором году по достижении рыбами индивидуальной массы более 1,0–1,2 кг и при выходе от посадки рыб 50% рыбопродуктивность по карпу составит 250 кг/га, по белому толстолобику – 825 кг/га, по пестрому толстолобику – 180 кг/га, по белому амур – 120 кг/га. Кроме того, за счет добавочных рыб можно будет получать по 20–30 кг/га высококачественной рыбной продукции. В общей сложности фактическая естественная рыбопродуктивность достигнет более 1400 кг/га, что вполне соответствует расчетной потенциальной (1496 кг/га), а общий вылов составит более 4254 т. В настоящее время общий вылов не превышает 180 т серебряного караса, плотвы, красноперки, окуня, щуки и других малоценных видов рыб.

Таким образом, расчеты, проведенные по имеющимся кормовым ресурсам, показывают, что за счет естественных кормов можно получить в среднем с каждого гектара водной площади по 1400 кг высококачественной рыбной продукции.

### Литература

1. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция / Ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева. – Л.: ГосНИОРХ, ЗИН, 1981. – 32 с.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция / Ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева. – Л.: ГосНИОРХ, ЗИН, 1983. – 51 с.
3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева. – Л.: ГосНИОРХ, ЗИН, 1984. – 33 с.
4. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
5. *Борисов В.И.* Реки Кубани. – Краснодар, 2005. – 120 с.
6. *Троицкий С.К.* Рыбы Краснодарского края. – Краснодар, 1948. – 80 с.
7. *Москул Г.А.* Рыбохозяйственное освоение и повышение рыбопродуктивности малых рек Краснодарского края // Рациональное использование и охрана малых рек. – Таллин, 1985. – С. 36–37.
8. *Москул Г.А., Москул Н.Г.* Ихтиофауна водоемов бассейна Кубани и прилегающих к нему рек Азово-Кубанской равнины и закубанских рек // Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века. – СПб. – М., 2007. – С. 258–269.
9. *Москул Г.А., Скляр В.Я., Пашинова Н.Г., Болкунов О.А.* Рыбохозяйственное освоение и способы повышения рыбопродуктивности рек Азово-Кубанской равнины // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 79–83
10. *Болкунов О.А., Пашинова Н.Г., Москул Г.А.* Биоразнообразие ихтиофауны рек Азово-Кубанской равнины // Естественные и технические науки. – 2015. – № 4. – С. 48–54.
11. *Лапицкий И.И.* Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище / И.И. Лапицкий // Труды Волгоградского отделения ГосНИОРХ. – 1970. – Т. 4. – 280 с.
12. *Абаев Ю.И.* Биологическое обоснование реконструкции ихтиофауны Шапсугского и Шендзийского водохранилищ Краснодарского края: Автореф. канд. дис. – М., ВНИРО, 1971. – 24 с.
13. *Абаев Ю.И.* Товарное рыбоводство на внутренних водоемах. М., 1980. – 110 с.
14. *Москул Г.А.* Рыбохозяйственное освоение Краснодарского водохранилища. – СПб.: ГосНИОРХ, 1994. – 136 с.

УДК [597.555.5+599.539.4](268.45)

**И.В. Боркин**

*Государственный научно-исследовательский институт  
озерного и речного рыбного хозяйства,  
Санкт-Петербург, 199053  
e-mail: bormarine@rambler.ru*

### **ЗНАЧЕНИЕ САЙКИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ПИТАНИИ БЕЛУХИ**

Показано, что в экосистеме Баренцева моря наиболее активным потребителем сайки среди китообразных является белуха, численность которой в регионе, по экспертным оценкам, в последние годы варьирует от 20 до 30 тыс. особей. Годовое потребление пищи белухой составляет 154–405 тыс. т, при этом доля сайки находится в пределах 70–115 тыс. т.

**Ключевые слова:** сайка, экосистема, китообразные, белуха, Баренцево море, численность, питание.

**I.V. Borkin**

*State Scientific-Research Institute of Lake and River Fisheries,  
St. Petersburg, 199053  
e-mail: bormarine@rambler.ru*

### **VALUE OF BARENTS SEA POLAR COD IN THE DIET OF WHITE WHALES**

It is shown that in the Barents Sea ecosystem the most active consumer of polar cod among cetaceans is white whale. Its population in the region according to expert estimates in recent years varies from 20 to 30 thousand. Annual food consumption by whales is 154–405 thousand tons. The share of polar cod is in the range of 70–115 thousand tons.

**Key words:** polar cod, ecosystem, cetacean, whale, Barents sea, abundance, feeding.

В экосистеме Баренцева моря в последние десятилетия в силу различных причин существенно возросла роль морских млекопитающих, и особенно китов на фоне явного потепления климата Арктики с начала XXI в., а также в связи с увеличением численности их популяций из-за сокращения их промысла.

Киты являются неотъемлемой и весьма важной частью экосистемы рассматриваемого региона. В питании этих животных рыба нередко занимает первостепенную роль. Причем у некоторых китов основу рациона, как правило, составляет сайка (*Boreogadus saida* Lerechin), являющаяся наиболее массовым представителем арктической ихтиофауны.

Значение же сайки как кормового объекта в сложившейся экосистеме Баренцева моря трудно переоценить. Более того, в процессе эволюции она заняла ключевое место в трофической цепи арктического водоема. Зачастую существование многих высокоширотных видов – тюленей, птиц, китов, хищных рыб – находится в неразрывной связи с этой рыбой, являющейся к тому же объектом промысла.

В настоящей статье приводятся сведения о количественном потреблении сайки белухой, которая является обычным представителем китообразных в наиболее холодных районах Баренцева моря. Основная цель проведенных исследований – показать характер и степень воздействия белухи на популяцию сайки в пределах рассматриваемого региона.

Основой для настоящей работы послужили материалы и наблюдения автора за многолетний период его работы в Полярном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО, г. Мурманск), связанной с сайкой и морскими млекопитающим на акватории Баренцева моря, а также обобщения литературных и архивных данных ПИНРО и СевПИНРО (Северное отделение ПИНРО, г. Архангельск). Материал для на-

стоящей статьи собирался автором не только в процессе его многочисленных морских экспедиций, но и в результате наблюдений с борта самолетов-исследователей ИЛ-18 ДОРР и Ан-26 «Арктика» во время проведения экологических многоцелевых авиасъемок, одним из организаторов которых в 80-х гг. прошлого столетия был он сам.

Для определения величин годового потребления пищи использовались известные сведения о суточных рационах большинства китов [1, 2]. Весь первичный материал собирался в соответствии с методиками, принятыми в ПИНРО [3].

Киты являются важной составной частью экосистемы морей Западной Арктики. Эти районы являются участками повышенной биологической продуктивности, где на значительных акваториях фронтальных зон во второй половине года формируются огромные биомассы планктонных организмов, а также распределяются многочисленные скопления мелких пелагических видов рыб, общая биомасса которых составляет десятки и сотни миллионов тонн.

Благодаря данному факту в летне-осенний период в моря Северо-Восточной Атлантики на откорм мигрируют десятки тысяч различных видов китов и дельфинов (финвалы, сейвалы, кашалоты, касатки, беломордый дельфин и др.), численность которых объективно установить весьма сложно [4]. Подавляющая часть этих млекопитающих приходит на откорм в Баренцево море. Однако круглогодично в баренцевоморском регионе находятся лишь белухи и нарвалы, которые не только находят здесь пищу, но и размножаются [5].

Из 19 видов китообразных в Баренцевом море наиболее активно потребляют сайку белуха, нарвал и малый полосатик, в меньшей степени или эпизодически – некоторые другие морские млекопитающие.

Белуха – представитель мелких зубатых китов, чья жизнь тесно связана со льдом (рис. 1). Масса животных составляет 1–1,5 т, длина – 5–6 м; продолжительность жизни достигает 45 лет. Белухи очень хорошо приспособлены к жизни в экстремальных условиях Арктики, что позволяет им хорошо ориентироваться под водой и на воздухе, находить рыбу и другую необходимую пищу [6].

Распределение белухи циркумполярно, и в пределах Баренцева моря она является обычным представителем, удерживаясь в холодных арктических водах и образуя здесь самостоятельную изолированную группировку, ареал которой простирается от Карского моря до Белого (рис. 2).

Сезонное распределение этих китов целиком связано с наличием источников питания и обязательно с распределением кромки льда. В летний период киты держатся в основном в Карском море и на севере Баренцева моря, встречаются у Шпицбергена и Земли Франца-Иосифа. В октябре – ноябре стаи белух мигрируют из Карского моря вдоль материковых берегов и Новой Земли в юго-восточные участки Баренцева моря, где сосредотачиваются и удерживаются зимой, широко распределяясь от о. Вайгач до п-ова Канин и вплоть до Мурманских берегов в зависимости от наличия пищи.

Питаются белухи преимущественно стайными рыбами: сайкой, сельдью, мойвой, реже – треской, камбалой, палтусом. В целом же пищевой спектр насчитывает более 100 видов разнообразных организмов [7, 8].



Рис. 1. Белуха

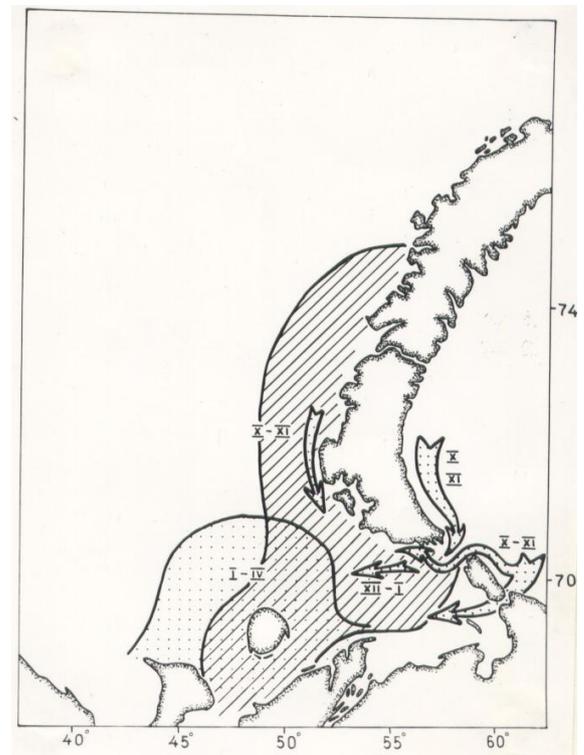


Рис. 2. Районы обитания белухи в течение года (1) на акватории Баренцева и Карского морей и распределение скоплений сайки (2) в осенне-зимний период [7]

В зимние месяцы у берегов Новой Земли в желудках белухи всегда преобладала сайка [9, 8]. Летом по свидетельству С.К. Клумова [9], сайка также являлась основной пищей, определяющей пребывание зверя в Баренцевом море.

Большинство ученых всегда отмечали совпадение подходов белухи и сайки. Как правило, большому подходу полярной тресочки в том или ином районе соответствует интенсивный ход этих млекопитающих [9, 10]. И традиционное обитание белухи на юго-востоке Баренцева моря также обусловлено наличием здесь скоплений сайки.

Анализ многолетних наблюдений в целом показывает, что скопления белухи отмечаются, как правило, в районах сосредоточения сайки и, особенно в осенне-зимний период, на юго-востоке Баренцева моря, где на обширной акватории появляются и долгое время удерживаются преднерестовые и нерестовые скопления этой рыбы.

Сведения о рационе белухи в естественных условиях фактически отсутствуют. Однако известно, что максимальное количество рыбы в желудках составляет 20–25 кг, хотя в литературе приводятся и другие сведения – ежедневное потребление пищи находится в пределах 15 кг [11]. Вместе с тем сравнительный анализ питания этого животного и близкородственных китов дает основание полагать, что его суточная потребность в пище составляет 3–5% от собственного веса, т. е. 30–50 кг [1, 2]. К сожалению, ясность в оценке количественных показателей потребляемой пищи до сих пор отсутствует.

Величины соотношения различных компонентов питания белухи на сегодняшний день, приводимые в научных источниках, к сожалению, довольно немногочисленны или противоречивы. Принимая во внимание свидетельства ряда исследователей о значительном преобладании в зимнее время в желудках китов сайки, мы полагаем, что реальная доля этой рыбы в пищевом рационе белухи составляет 50–70%, а в летний период – 30–50 %.

В силу особенностей образа жизни и распределения белухи определение ее численности всегда было проблематичным, и поэтому в литературе, как правило, приводились только экспертные количественные показатели, поскольку методика учета численности до сегодняшнего дня отсутствует. По некоторым оценкам количество зверей рассматриваемой популяции в разные периоды варьировало от 15 до 58 тыс. особей и в последнее десятилетие на фоне многолетнего запрета промысла оценивается в 20–30 тыс. животных [9, 8, 12].

Впервые о возможном влиянии белухи на запасы сайки были рассмотрены автором в 80-90-х гг., когда в Баренцевом море прослеживался процесс глубокой депрессии запаса полярной тресочки под воздействием промысла [7, 13, 14]. Так, по его мнению, в результате хищничества белухи численностью в 15–20 тыс. особей в период с ноября по май погибает от 50 до 100 тыс. т сайки и более.

С учетом того, что основная часть популяции белухи значительную часть года обитает на юго-востоке Баренцева моря в районах массового распределения сайки, а также принимая во внимание реальную долю этой рыбы в пище – не менее 50%, можно предположить, что потребление полярной тресочки китами численностью в 20 тыс. особей зимой составит 54–86 тыс. т (табл). В летний же период остающиеся в регионе животные, численность которых составляет не менее 50% от популяции, съедают 16–29 тыс. т сайки.

Таблица

**Потребление сайки белухой в период сезонного откорма на акватории Баренцева моря**

Вид	Численность, тыс. экз.	Средний суточный рацион, кг	Период откорма, месяц	Доля сайки в пищевом рационе, %	Биомасса потребляемой пищи, тыс. т	Биомасса потребляемой сайки, тыс. т
Белуха (зимний период)	20–30	30–50	Ноябрь – апрель	50–70	100–270	54–86
Белуха (летний период)	10–15	30–50	Май – октябрь	30–50	54–135	16–29
Итого					154–405	70–115

Таким образом, киты, занимая вершину пищевой пирамиды в экосистеме Баренцева моря и прилежащих акваторий, через прямые и косвенные трофические связи оказывают значительное воздействие на формирование морских биологических сообществ, главным образом, во время нагула.

Из вышеизложенного становится очевидным, что влияние китов на ихтиофауну водоема, и в первую очередь на пелагические виды рыб (сайка и мойва), весьма существенно и не вызывает

сомнения. Одним из наиболее активных потребителей сайки является белуха, общая численность которой в регионе, по экспертным оценкам, в последние годы варьирует от 20 до 30 тыс. особей. Годовое потребление пищи белухой составляет 154–405 тыс. т. При этом доля сайки находится в пределах 70–115 тыс. т.

Принимая во внимание то, что общий запас сайки в последние 10–12 лет колеблется от 0,9 до 1,9 млн т, можно сказать, что гибель последней от хищничества белухой представляется значительной. В этих условиях крайне важно учитывать влияние хищников на состояние популяций промысловых объектов, поскольку излишний пресс промысла без должного учета пищевых потребностей хищников может быстро привести эксплуатируемые запасы в депрессивное состояние. Данный факт необходимо учитывать при разработке программ рационального использования биоресурсов Баренцева моря с целью минимизации наносимого ущерба экосистеме и сохранения биологического разнообразия акватории.

### Литература

1. *Соболевский Е.И.* Значение морских млекопитающих в трофических цепях Берингова моря // Изв. ТИНРО. – 1983. – Т. 107. – С. 120–132.
2. *Austin O.L., Wilke F.* Japanese fur sealing // Spec. Sci. Rep. Wildlife. – 1950. – № 6. – P. 1–19.
3. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского севера и Северной Атлантики. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во ВНИРО, 2004. – 300 с.
4. Minke whales, Harp and Hooded Seals: Major Predators in the North Atlantic Ecosystem. NAMMCO Sci. Publ., 2. Tromsø. – 2000. – 132 pp.
5. *Гептнер В.Г., Чапский К.К., Арсеньев В.А., Соколов В.Е.* Ластоногие и зубатые киты // Млекопитающие Советского Союза. – М.: Высшая школа. – 1976. – Т. 2, ч. 3. – 718 с.
6. *Белькович З.М.* Белуха европейского севера: новейшие исследования // Рыбное хозяйство. – 2004. – № 2. – С. 32–34.
7. *Боркин И.В.* О некоторых причинах депрессивного состояния запасов сайки и ее роли в биоценозе Баренцева моря // Рациональное использование и охрана природных комплексов островов и береговой зоны арктических морей: Тез. докл. – Ленинград, 1988. – С. 89–91.
7. *Виноградов М.П.* Морские млекопитающие Арктики // Тр. Аркт. ин-та. – 1949. – Т. 202. – 280 с.
8. *Огнетов Г.Н.* Белуха: запасы, распределение и условия обитания в западном районе Российской Арктики // Рыбное хозяйство. – 2002. – № 1 – С. 44–45.
9. *Клумов С.К.* Белуха Советского Севера (сырьевая база и промысел) // Тр. ВНИРО. – М.-Л., 1939. – 137 с.
10. *Остроумов Н.К.* К систематике и размножению белухи Европейского Севера и Карского моря // За рыбную индустрию Севера. – 1935. – № 11. – С. 28–35.
11. Экосистема Карского моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2008. – 261 с.
12. *Гайденок Н.Д., Огнетов Г.Н., Чмаркова Г.М.* Моделирование динамики численности и ОДУ карской белухи // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 5. – С. 51–53.
13. *Боркин И.В.* Сайка // Среда обитания и экосистемы Новой Земли (Архипелаг и шельф), Апатиты, 1995. – С. 121–132.
14. *Borkin I.V.* Polar cod (*Boreogadus saida* Lepechin) in the Barents Sea ecosystem // Arctic-Research. – М., 1990. – Part 2. – P. 230–231.

УДК: 597+576.8(262.5+262.54)

**Е.С. Бортников<sup>1,2</sup>, Т.В. Стрижакова<sup>1</sup>, Н.Н. Шевкоплясова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,  
Ростов-на-Дону, 344002;

<sup>2</sup> Южный федеральный университет,  
Ростов-на-Дону, 344006  
e-mail: Bortnikov\_1991@bk.ru

## **СОСТОЯНИЕ ПАЗАРИТОФАУНЫ ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ АЗОВСКОГО И ЧЕРНОГО МОРЕЙ В 2016 Г.**

В работе представлены результаты исследования состояния паразитофауны основных промысловых видов рыб Азовского и Черного морей. Всего исследовано 30 выборок разновозрастных рыб из различных районов Черного и Азовского морей, а также реки Дон. В общей сложности зарегистрировано 46 видов паразитов, в том числе 14 у черноморских и 37 у азовских рыб. Выявлены паразиты, потенциально опасные для человека: личиночные формы трематод рода *Cryptocotyle* (*C. concavum*, *C. lingua*), нематода *Eustrongylides excisus*.

**Ключевые слова:** паразитофауны, паразиты рыб, промысловые виды рыб, Азово-Черноморский бассейн, Черное море, Азовское море.

**E.S. Bortnikov<sup>1,2</sup>, T.V. Strizhakova<sup>1</sup>, N.N. Shevkoplyasova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Azov Fisheries Research Institute,  
Rostov-on-Don, 344002;

<sup>2</sup> South Federal University,  
Rostov-on-Don, 344006  
e-mail: Bortnikov\_1991@bk.ru

## **THE STATUS OF PARASITE FAUNA OF COMMERCIALY IMPORTANT FISH SPECIES OF THE AZOV AND BLACK SEAS IN 2016**

The parasitic fauna of the main commercial fish species of the Azov and Black Seas has been studied and the results are presented. We investigated thirty samples of fish of different ages from different areas of the Black and Azov Seas, as well as from the Don River. A total of 46 species of parasites were recorded, including 14 species in the Black Sea and 37 species in the Azov Sea fish. Parasites potentially dangerous to humans were revealed; we found larval forms of *Cryptocotyle* trematodes (*C. concavum*, *C. lingua*), and the nematode *Eustrongylides excisus*.

**Key words:** parasitic fauna, fish parasites, commercial fish species, Black Sea, Azov Sea.

В 2016 г. были проведены полевые исследования и собраны данные по количественным характеристикам зараженности паразитами промысловых рыб Черного и Азовского морей.

Материалы по состоянию паразитофауны промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна получены при обследовании 12 видов рыб из девяти семейств: Ставридовые *Carangidae* (ставрида), Султанковые *Mullidae* (барабуля), Калкановые *Bothidae* (камбала-калкан), Анчоусовые *Engraulidae* (хамса), Сельдевые *Clupeidae* (шпрот, тюлька, черноморско-азовская проходная сельдь), Кефалевые *Mugilidae* (пиленгас), Карповые *Cyprinidae* (лещ, тарань), Окуневые *Percidae* (судак) и Бычковые *Gobiidae* (бычок-кругляк). Сбор паразитологического материала проведен в Керченско-Таманском, Кавказском и Крымском районах Черного моря, в р. Дон и Азовском море. В ходе исследований выявлены наиболее массовые виды паразитических организмов, оп-

ределены их систематическая принадлежность и количественные характеристики зараженности рыб, такие как экстенсивность инвазии (ЭИ, %), пределы (ИИ, экз.) и средняя (СИ, экз.) интенсивности заражения, индекс обилия (ИО, экз.).

Методами клинического осмотра и полного паразитологического вскрытия [1–3] исследовано 30 выборок рыб разного возраста. Проведен анализ паренхиматозных органов (печень, почки, селезенка), желудочно-кишечного тракта, мышечной ткани, жабр, глаз и кожных покровов рыб. В общей сложности зарегистрировано 46 видов паразитов, в т. ч. 14 у черноморских и 37 у азовских рыб.

Оценка паразитологического статуса азовских промысловых рыб дана на основании обследования восемь видов: тюлька, черноморско-азовской проходной сельди, хамсы, пиленгаса, леща, тарани, судака и бычка-кругляка. Отбор проб в р. Дон, Таганрогском заливе, Ейском и Бейсугском лиманах осуществлялся из уловов береговых промысловых бригад, в собственно Азовском море – в ходе учетно-траловых съемок.

Спектр паразитических организмов промысловых рыб из р. Дон и Азовского моря включал представителей 10 классов: Microsporidea, Muxosporidia, Peritricha, Monogenea, Trematoda, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala, Crustacea и Bivalvia (табл. 1).

Наиболее узким спектром паразитических форм характеризовалась паразитофауна азовской хамсы (один вид), далее в порядке возрастания показателя следовали тюлька (два вида), лещ (шесть видов), пиленгас (семь видов), судак (10 видов), тарань и бычок-кругляк (по 12 видов). У сельди, обследованной на зараженность нематодами и ракообразными, обнаружен один вид – рачок *Lironeca taurica* (табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав паразитофауны азовских промысловых рыб в 2016 г.

№	Виды паразитов	Тюлька	Сельдь	Хамса	Пиленгас	Тарань	Лещ	Судак	Бычок-кругляк
Класс <i>MICROSPORIDIA</i> – Микроспоридии									
1	<i>Glugea</i> sp. - 1	+	–	–	–	–	–	–	–
2	<i>Glugea</i> sp. - 2	–	–	–	–	–	–	–	+
Класс <i>MYXOSPORIDIA</i> – Миксоспоридии									
3	<i>Kudoa nova</i>	–	–	–	–	–	–	–	+
4	<i>Myxobolus parvus</i>	–	–	–	+	–	–	–	–
Класс <i>PERITRICHIA</i> – Кругоресничные									
5	<i>Trichodina</i> sp.	–	–	–	–	+	–	+	+
Класс <i>MONOGENEA</i> – Моногенеи									
6	<i>D. crucifer</i>	–	–	–	–	+	+	–	–
7	<i>Ancyrocephalus paradoxus</i>	–	–	–	–	–	–	+	–
8	<i>Ligophorus vanbenedeni</i>	–	–	–	+	–	–	–	–
9	<i>Diplozoon paradoxum</i>	–	–	–	–	+	–	–	–
10	<i>Mazocraes alosae</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
11	<i>Solostamenides</i> sp.	–	–	–	+	–	–	–	–
Класс <i>TREMATODA</i> – Трематоды									
12	<i>Bucephalus polymorphus</i>	–	–	–	–	–	+	+	–
13	<i>Pseudopentagramma simmetricum</i>	+	–	–	–	–	–	–	–
Метацеркарии (личиночные формы) трематод									
	<i>Bucephalus polymorphus</i>	–	–	–	–	–	+	+	–
14	<i>Stephanostomum pristi</i>	–	–	–	–	–	–	–	–
15	<i>Cryptocotyle concavum</i> ,	–	–	–	–	–	–	–	+
16	<i>C. lingua</i>	–	–	–	–	–	–	–	+
17	<i>Diplostomum</i> sp.	–	–	–	+	+	+	+	–
18	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	–	–	–	–	+	–	–	–
19	<i>Tylodelphis clavata</i>	–	–	–	–	+	+	+	–
20	<i>Paracoenogonimus ovatus</i>	–	–	–	–	+	–	–	–
Класс <i>CESTODA</i> – Цестоды									
21	<i>Caryophyllaeus laticeps</i>	–	–	–	–	–	+	–	–
22	<i>Gryporhynchus cheilancristrotus</i>	–	–	–	–	–	–	+	–
Класс <i>ACANTHOCEPHALA</i> – Скребни									
23	<i>Neoechinorhynchus agilis</i>	–	–	–	+	–	–	–	–

№	Виды паразитов	Тюлька	Сельдь	Хамса	Пиленгас	Тарань	Лещ	Судак	Бычок-кругляк
Класс <i>NEMATODA</i> – Нематоды									
24	<i>Eustrongylides excisus</i>	–	–	–	–	–	–	–	+
25	<i>Cosmocephalus obvelatus</i>	–	–	–	+	+	–	–	–
26	<i>Cosmocephalus sp.</i>	–	–	–	–	+	–	+	+
27	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	–	–	+	–	–	–	–	–
28	<i>Contracaecum collarae</i>	–	–	–	–	–	–	+	–
29	<i>Contracaecum sp. l.</i>	–	–	–	–	–	+	–	–
30	<i>Philometra ciprinirutili</i>	–	–	–	–	+	–	–	–
31	<i>Dichelyne minutus</i>	–	–	–	–	–	–	–	+
32	<i>Nematoda sp. l.</i>	–	–	–	–	+	–	–	+
Класс <i>CRUSTACEA</i> – Ракообразные									
33	<i>Ergasilus nanus</i>	–	–	–	–	–	–	–	+
34	<i>Achtheres sandrae</i>	–	–	–	–	–	–	+	–
35	<i>Lironeca taurica</i>	–	+	–	–	–	–	–	–
36	<i>Argulus sp.</i>	–	–	–	–	+	–	–	–
Класс <i>BIVALVIA</i> – Двустворчатые моллюски									
37	<i>Unionidae gen. sp.</i>	–	–	–	+	–	–	+	+

В общей сложности у представителей азовской ихтиофауны выявлено 37 видов паразитических организмов. В их числе зарегистрировано 17 инвазий с показателями экстенсивности 60–100%, при этом только пять инвазий характеризовались сравнительно высокими значениями интенсивности с максимальной величиной более 70 экз. и индексом обилия в пределах 20–60 экз. В этот список вошли комплексная инвазия бычка-кругляка из Таганрогского залива метацеркариями трематод рода *Cryptocotyle* (*C. concavum*, *C. lingua*) (ЭИ = 60–100%, ИО = 21,4–55,2 экз.) и нематодой *Dichelyne minutus* (ЭИ = 100%, ИО = 57 экз.), а также инвазия леща *Diplostomum sp.* (ЭИ = 100%, ИО = 23,1 экз.) из р. Дон.

Из числа паразитов, потенциально опасных для человека, были зарегистрированы личиночные формы трематод рода *Cryptocotyle*, а также нематода *Eustrongylides excisus*, паразитирующие у бычка-кругляка в полости тела и в кожных покровах рыб соответственно.

В Черном море отбор проб проводился в Керченско-Таманском, Кавказском и Крымском районах во время учетно-траловых съемок и из уловов береговых промысловых бригад. Методом полного паразитологического вскрытия исследовано пять видов основных промысловых (табл. 2). В составе их паразитофауны зарегистрированы 14 видов из четырех классов паразитических организмов: Trematoda, Cestoda, Nematoda и Mollusca. Наибольшим видовым разнообразием характеризовался класс круглых червей (семь видов), далее в порядке убывания показателя следовали трематоды и цестоды (по три вида) и двустворчатые моллюски (один вид).

Таблица 2

Видовой состав паразитофауны черноморских промысловых рыб в 2016 г.

№	Вид паразита	Вид рыбы				
		Ставрида	Барабуля	Калкан	Шпрот	Хамса
Класс TREMATODA – Трематоды						
1	<i>Proctotrema bacilliovatum</i>	–	+	–	–	–
2	<i>Opechona bacillaris</i>	+	–	–	–	–
3	<i>Stephanostomum bicoronatum</i>	+	–	–	–	–
Класс CESTODA – Цестоды						
4	<i>Bothriocephalus gregarius</i>	–	–	+	–	–
5	<i>Christianella minuta</i>	–	+	–	–	–
6	<i>Scolex pleuronectis</i>	–	+	–	–	–
Класс NEMATODA – Нематоды						
7	<i>Capillaria tuberculata</i>	–	+	–	–	–
8	<i>Capillaria sp.</i>	–	–	–	+	–
9	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	+	+	+	+	+
10	<i>Contracaecum multi l.</i>	–	+	–	–	–
11	<i>Contracaecum collarae</i>	+	+	–	–	–
12	<i>Contracaecum sp. l.</i>	+	+	–	+	–
13	<i>Nematoda sp. l.</i>	–	+	–	–	+
Класс BIVALVIA – Двустворчатые моллюски						
14	<i>Unionidae gen. sp.</i>	+	–	–	–	–

Среди выявленных паразитов зарегистрировано два вида с высоким уровнем зараженности: нематода *H. aduncum* у ставриды (ЭИ = 92,5 – 100%, ИО = 12,3 – 29 экз.) и шпрота (ЭИ = 100%, ИО = 10 экз.), а также цестода *B. gregarius* у камбалы-калкан (СИ = 100%, ИО = 11,8 экз.).

Наиболее высокие показатели зараженности шпрота *H. aduncum* зарегистрированы в Кавказском районе. Гистеротилиациум в отдельных публикациях рассматривается как возможный патоген для человека [4, 5].

### Литература

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. – Л.: Наука, 1969. – 109 с.
2. Догель В.А. Проблемы исследования паразитофауны рыб // Тр. ленингр. общ. естествоиспыт. – 1933. – Т. 63. – С. 247–268.
3. Лабораторный практикум по болезням рыб / В.А. Мусселиус, В.Ф. Ванятинский, А.А. Вихман и др.; Под ред. В.А. Мусселиус. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 296 с.
4. Гаевская А.В. Анизакидные нематоды и заболевания, вызываемые ими у животных и человека. – Севастополь, 2005. – 223 с.
5. Ishikura H. Epidemiological aspects of intestinal anisakiasis and its pathogenesis // Ishikura N. and Kikuchi K. (Eds.). Intestinal anisakiasis in Japan: Infected fish, seroimmunological diagnosis, and prevention. – Springer-Verlag, Tokyo. – 1995.

УДК 597.42(262.5)"2016"

**Л.А. Бугаев, А.В. Войкина, Л.П. Ружинская**

*Азовский НИИ рыбного хозяйства,  
Ростов-на-Дону, 344002  
e-mail: anna-vojkina@yandex.ru*

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПИЛЕНГАСА  
(*LIZA HAEMATHEILA*, TEMMINCK & SHLEGEL)  
АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА В 2016 Г.**

Проведено исследование по оценке функционального состояния пиленгаса, обитающего в Азово-Черноморском бассейне. Показано, что физиологическое состояние обследованных производителей пиленгаса в 2016 г. было удовлетворительным, нарушений репродуктивной системы не отмечено.

**Ключевые слова:** пиленгас, Азовское море, функциональное состояние, пластические вещества.

**L.A. Bugayov, A.V. Voykina, L.P. Ruzhinskaya**

*Azov Fisheries Research Institute  
Rostov-on-Don, 344002;  
e-mail: anna-vojkina@yandex.ru*

**FUNCTIONAL STATUS OF THE HAARDER  
(*LIZA HAEMATHEILA*, TEMMINCK & SHLEGEL)  
IN THE AZOV AND BLACK SEA BASIN IN 2016**

The functional status of the haarder, naturalized in the Azov and Black Sea Basin, has been studied at different stages of its reproductive cycle. The physiological status of the haarder breeders is shown to be satisfactory in 2016, we have observed no disorders in the reproductive system of the fish, and the nutrient supply was adequate and representative of the seasons.

**Key words:** haarder, plastic traits, Azov Sea, functional status.

Различным аспектам биологии пиленгаса (*Liza haematoheila*, Temminck & Shlegel) в Азово-Черноморском бассейне в настоящее время уделяется большое внимание. Возникновение после интродукции самовоспроизводящейся популяции в Азовском и Черном морях, получение значительных промышленных уловов в начале XXI в., определили интерес к данному виду как к важному промысловому объекту [3–5].

Акклиматизация пиленгаса, интродукция его в водоемах Азово-Черноморского бассейна определили научно-исследовательский вектор в отношении данного вида, направленный на изучение его адаптационных возможностей и внутренних факторов, определяющих его высокую экологическую пластичность [1, 2], определяемую комплексом биохимических, физиологических, этологических механизмов.

Изучение пластических резервов важно не только с позиции оценки рыбы как пищевого объекта человека, но и в аспекте обеспечения ее жизнедеятельности в течение всех этапов онтогенеза: успешность прохождения зимовального периода, своевременное созревание половых продуктов и участие в нересте, прохождения восстановительного посленерестового периода, связанного с компенсацией энергетических и пластических затрат на нерест, обеспечение восстановления в случае возникновения резорбционных процессов и др.

Целью работы являлась оценка функционального состояния пиленгаса, обитающего в Азово-Черноморском бассейне, в течение 2016 г. Материалом для проведения исследований служили производители пиленгаса, отобранные во время учетных траловых съемок, а также из берего-

вых уловов на восточном побережье Азовского моря. Морфофизиологические исследования проводились согласно методическим руководствам [6].

Весной в *преднерестовый период* были обследованы особи пиленгаса в возрасте 4–6 лет с гонадами III стадии зрелости. Половые железы по своему морфологическому состоянию соответствовали норме. Патологических изменений в развитии половых желез не было отмечено. Индекс гонад самок и самцов составлял 3,1% и 2,0%, соответственно. Индекс печени, характеризующий ее активность при созревании гонад, соответствовал среднемуголетним значениям для данного периода (табл. 1). Запас трофических веществ в тканях пиленгаса находился на уровне нормы, рассчитанной на основании многолетних данных.

Таблица 1

**Показатели физиологического состояния пиленгаса III стадии зрелости гонад в преднерестовый период 2016 г.**

Показатель	Самцы		Самки	
	2016 г.	Среднеголетнее значение	2016 г.	Среднеголетнее значение
Коэффициент упитанности	1,37 ± 0,04	1,47 ± 0,03	1,28 ± 0,06	1,55 ± 0,04
Индекс печени, %	1,48 ± 0,20	1,92 ± 0,11	2,19 ± 0,18	2,30 ± 0,08
Индекс гонад, %	2,0 ± 0,33	3,29 ± 0,33	3,1 ± 0,21	2,97 ± 0,20
Белок мышц, мг/г	144,3 ± 16,8	163,0 ± 6,7	165,9 ± 15,1	161,4 ± 7,5
Белок гонад, мг/г	97,5 ± 8,5	103,7 ± 4,6	133,7 ± 18,4	117,3 ± 4,9
Белок печени, мг/г	141,7 ± 16,9	145,3 ± 8,0	129,3 ± 15,7	135,3 ± 7,4
Жир мышц, %	9,3 ± 3,5	10,1 ± 0,8	6,4 ± 1,7	13,6 ± 0,7
Жир гонад, %	8,9 ± 0,8	7,3 ± 0,4	40,5 ± 4,5	29,9 ± 1,9
Жир печени, %	38,6 ± 7,6	39,5 ± 2,1	35,3 ± 2,9	41,6 ± 1,9

В *нерестовый период* были обследованы производители пиленгаса с гонадами IV и V стадий зрелости. Выборка на 80% была представлена молодыми, впервые нерестующими рыбами в возрасте четырех лет. Индекс гонад самок составлял всего 8,2%, тогда как у рыб этого возраста, близких к нерестовому состоянию, этот показатель находится в пределах 11–13%. Количество резервных веществ в тканях рыб находилось в пределах нормы или превышало среднеголетние значения, что свидетельствует о хороших условиях нагула предыдущего года. Нарушений репродуктивной системы не было выявлено. В целом можно констатировать, что производители пиленгаса вышли на нерест в удовлетворительном состоянии (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели физиологического состояния пиленгаса IV–V стадий зрелости гонад в нерестовый период 2016 г.**

Показатель	Самцы		Самки	
	2016 г.	Среднеголетнее значение	2016 г.	Среднеголетнее значение
Коэффициент упитанности	1,40 ± 0,1	1,54 ± 0,02	1,73 ± 0,1	1,65 ± 0,03
Индекс печени, %	1,50 ± 0,1	1,67 ± 0,22	2,00 ± 0,02	2,19 ± 0,07
Индекс гонад, %	12,50 ± 2,2	10,64 ± 0,41	8,23 ± 1,6	11,37 ± 0,60
Белок мышц, мг/г	174,1 ± 13,0	151,4 ± 8,2	136,0 ± 8,2	155,2 ± 7,7
Белок гонад, мг/г	118,1 ± 9,0	75,3 ± 2,8	213,0 ± 10,1	185,4 ± 8,2
Белок печени, мг/г	238,2 ± 27,1	131,4 ± 3,7	151,0 ± 7,5	121,2 ± 3,9
Жир мышц, %	15,2 ± 2,1	9,7 ± 0,5	8,2 ± 1,1	10,5 ± 0,5
Жир гонад, %	9,9 ± 1,2	14,1 ± 0,3	47,5 ± 2,4	49,6 ± 0,7
Жир печени, %	46,9 ± 5,4	48,4 ± 1,7	36,3 ± 3,2	28,9 ± 1,3

В начале *нагульного периода* после нереста выборка была представлена самками в возрасте 4–5 лет с гонадами VI–II стадий зрелости. Индекс гонад был низким и составлял 0,7% (табл. 3). У большинства рыб нарушений в структуре внутренних органов и половых желез не было обнаружено, следов остаточной резорбции не наблюдалось. У отдельных особей были выявлены признаки патологии строения селезенки. Масса селезенки таких рыб была в 10 раз выше, чем средняя масса данного органа у здоровых рыб, и составляла 21,4 г. Содержание основных энергопластических запасов в органах и тканях рыб обследованных рыб было низкое. Во время нереста самки пиленгаса голодают и только по завершению икрометания начинают интенсивно питаться. У особей с патологией селезенки было отмечено повышенное содержание иммуноглобулинов (10,7 у. е.), что является признаком дестабилизации факторов иммунитета, вероятно, в результате воздействия

неблагоприятных факторов среды. У здоровых производителей пиленгаса отклонений в состоянии иммунитета не было выявлено, содержание иммуноглобулинов составляло 6,9 у. е.

Таблица 3

**Показатели физиологического состояния самок пиленгаса II стадии зрелости гонад в летний период 2016 г.**

Показатель	2016 г.	Среднегодовое значение
Коэффициент упитанности	1,39 ± 0,02	1,67 ± 0,10
Индекс печени, %	1,55 ± 0,05	0,89 ± 0,20
Индекс гонад, %	0,65 ± 0,10	1,93 ± 0,41
Белок мышц, мг/г	136,7 ± 6,9	214,8 ± 26,7
Белок гонад, мг/г	76,5 ± 3,1	104,3 ± 10,8
Белок печени, мг/г	104,8 ± 3,4	124,9 ± 8,2
Жир мышц, %	5,2 ± 0,6	22,0 ± 4,8
Жир гонад, %	7,7 ± 0,7	13,0 ± 2,1
Жир печени, %	43,9 ± 2,0	42,1 ± 5,5

В осенний период выборка была представлена самками трехлетнего возраста. Половые железы самок были красноватые, прозрачные, на поверхности просматривались кровеносные сосуды, что соответствует II стадии зрелости гонад. В нагульный период в тканях рыб накапливаются трофопластические вещества, которые затем расходуются в процессе созревания гонад, нереста, зимовки и миграций. В осенний период 2016 г. запасы резервных веществ у пиленгаса были ниже среднегодовых значений, что объясняется особенностями выборки рыб текущего года: исследовались особи длиной 29,6 ± 0,3 см, массой 352 ± 13 против среднегодовой выборки с длиной 46,5 ± 0,8 см и массой 1802 ± 104 г (табл. 4).

Таблица 4

**Показатели физиологического состояния самок пиленгаса II стадии зрелости гонад в осенний период 2016 г.**

Показатель	2016 г.	Среднегодовое значение
Коэффициент упитанности	1,36 ± 0,02	1,59 ± 0,03
Индекс печени, %	1,75 ± 0,11	2,50 ± 0,35
Индекс гонад, %	0,35 ± 0,03	1,78 ± 0,37
Белок мышц, мг/г	141,2 ± 5,2	167,5 ± 6,9
Белок гонад, мг/г	132,0 ± 7,9	123,7 ± 3,8
Белок печени, мг/г	109,1 ± 4,8	137,8 ± 6,0
Жир мышц, %	7,8 ± 1,0	14,0 ± 0,7
Жир гонад, %	8,4 ± 0,5	19,6 ± 1,5
Жир печени, %	20,6 ± 1,2	42,3 ± 1,3

Таким образом, исследования производителей пиленгаса из Азовского моря в 2016 г. показали, что функциональное состояние рыб в течение года в основной массе было удовлетворительным. Величины физиолого-биохимических показателей соответствовали среднегодовым значениям, характерным для конкретного этапа онтогенеза и сезона наблюдения.

### Литература

1. Булли Л.И. Эколого-биохимические особенности икры пиленгаса из разных мест обитания // Труды ЮГНИРО. – 1995. – Т. 41. – С. 149–153.
2. Куликова Н.И., Булли А.Ф., Гнатченко Л.Г., Писаревская И.И., Федулina В.Н., Булли Л.И. Физиологическое состояние производителей пиленгаса в период миграции через Керченский пролив // Труды ЮГНИРО. – 1996. – Т. 42. – С. 210–216.
3. Ложичевская Т.В., Корниенко Г.Г., Дудкин С.И., Самарская Е.А., Сергеева С.Г., Цема Н.И., Ружинская Л.П. Нарушения в репродуктивной системе пиленгаса (*Liza haematocheila* Temminck & Shlegel) в Азово-Черноморском бассейне // Ветеринарная патология. – 2011. – № 4. – С. 74–78.
4. Пряхин Ю.В. Азово-черноморская популяция пиленгаса // Наука Кубани. – 2011. – № 11. – С. 4–16.
5. Чесалина Т.Л., Чесалин М.В., Пустоварова Н.И. Рост молоди пиленгаса (*Liza haematocheilus*) в Азово-Черноморском бассейне // Морской экологический журнал. – № 4. – Т. VIII. – 2009. – С. 85–89.
6. Физиолого-биохимические и генетические исследования ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна: Метод. руководство. – Ростов н/Д.: Эверест, 2005. – 100 с.

УДК 595.383.3 (265.54.04)

**Л.Л. Будникова, Л.Г. Седова, В.И. Рачков, Г.Г. Шевченко**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
Владивосток, 690091  
e-mail: ludmila.budnikova@tinro-center.ru*

**ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАЗМЕРНО-ПОЛОВОЙ СОСТАВ  
СКОПЛЕНИЙ ДВУХ МАССОВЫХ ВИДОВ МИЗИД В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО  
(ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Изучено влияние гидрологических условий на размерно-половой состав двух массовых видов мизид: *Neomysis mirabilis* и *N. awatschensis* в заливе Петра Великого (Японское море).

**Ключевые слова:** мизиды, гидрологические условия, размерно-половой состав, самки, самцы, молдь, залив Петра Великого, Японское море.

**L.L. Budnikova, L.G. Sedova, V.I. Rachkov, G.G. Shevchenko**

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

**INFLUENCE OF HYDROLOGICAL CONDITIONS ON THE SIZE-SEXUAL  
COMPOSITION OF TWO MYSID SPECIES IN THE PETER THE GREAT BAY  
(SEA OF JAPAN)**

The influence of hydrological conditions for mysids (*Neomysis mirabilis* and *N. awatschensis*) size-sexual composition in the Peter the Great Bay (Sea of Japan) was studied.

**Key words:** mysida, hydrological conditions, size-sexual composition, female, male, juvenile, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

Мизиды играют значительную роль в прибрежных морских сообществах, являются излюбленной пищей многих промысловых рыб [1, 2] и перспективными объектами для промысла [3, 4]. Отдельные сведения по биологии дальневосточных мизид представлены только в некоторых работах [5–10 и др.].

Цель работы – выяснение влияния гидрологических условий на размерно-половой состав двух самых массовых видов мизид, создающих промысловые скопления в зал. Петра Великого.

Материалом исследования послужили сборы мизид в летне-осенний период 2014–2015 гг. в районе о. Рейнеке, который считается условно фоновым районом [11], и в северо-западной (кутовой) части Амурского залива. Лов мизид осуществляли с интервалом в две недели в дневное время в прибрежной полосе на глубине до 2,0 м сачком диаметром 50 см и глубиной 70 см, изготовленным из газа № 1. Одновременно со взятием проб измеряли температуру воды и вели метеонаблюдения. Для анализа гидрологических условий применяли карты горизонтального распределения температуры и солености в период с мая по сентябрь 2014–2015 гг. Наблюдения проводили с помощью зонда Sea-Bird SBE-19plus.

В лаборатории у мизид определяли видовой статус, пол, стадии зрелости самцов и самок. Половую принадлежность выясняли по строению 4-й пары плеоподов и наличию (или отсутствию) марсупиальной (выводковой) сумки, стадии развития зародышей – по наличию или отсутствию у них сформировавшихся стебельчатых глаз. Длину тела мизид измеряли под биноклем от начала рострума до основания тельсона при помощи окуляр-микрометра с точностью до 0,1 мм.

Анализ гидрологических условий показал, что в конце весеннего периода и в начале лета в кутовой мелководной части Амурского залива температура воды выше, чем в островной части залива, и в 2014 г. температура воды была выше, чем в 2015 г. Ее межгодовая разница в районе

о. Рейнеке составила 0,2–0,5°C, в кутовой части залива значения по абсолютной величине были больше и изменялись от 0,5 до 1,5°C. 2014 г. был аномальным по величине солености – соленость в заливе сохранялась высокой из-за слабого развития весенних паводков и притока в залив соленых вод из открытой части залива Петра Великого. В кутовой части ее значения в мае 2014 г. превышали 30 eps, а в июне не опускались ниже 23 eps, тогда как в 2015 г. составляли 11–14 eps, что было вызвано более интенсивным стоком р. Раздольной в этом году. В восточной части залива (возле о. Рейнеке) значения солености были типичными для открытых вод (29–32 eps). В летний сезон воды в заливе прогреваются до максимума и происходит выравнивание температуры по акватории залива, вследствие чего ее распределение характеризуется небольшой изменчивостью. В августе 2014 г. температура воды была ниже на 2,0–2,5°C, чем в 2015 г.

Эстуарно-пресноводный верхнесублиторальный вид *Neomysis awatschensis* (Brand, 1851) обитает в кутовой части Амурского залива, где образует промысловые скопления. Размеры тела в 2015 г. варьировали от 2,0 до 13,3 мм, при среднем значении в июне  $6,7 \pm 1,0$  мм, а в июле –  $8,5 \pm 0,5$  мм (рис. 1).

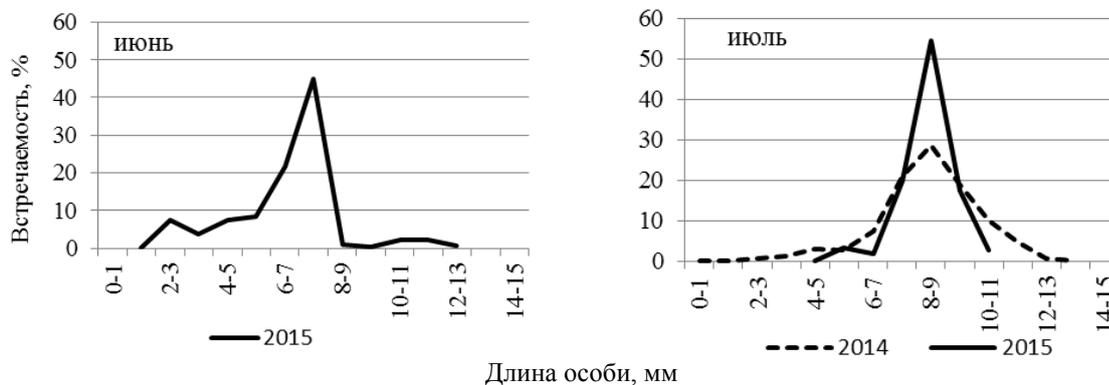


Рис. 1. Размерная структура скопления *N. awatschensis*, Амурский залив

Наибольшее количество молоди размером 5–8 мм (75,0%) было отмечено в июне, наименьшее – в июле 2015 г. В 2014 г. резких отличий в соотношении полов не наблюдалось (рис. 2).

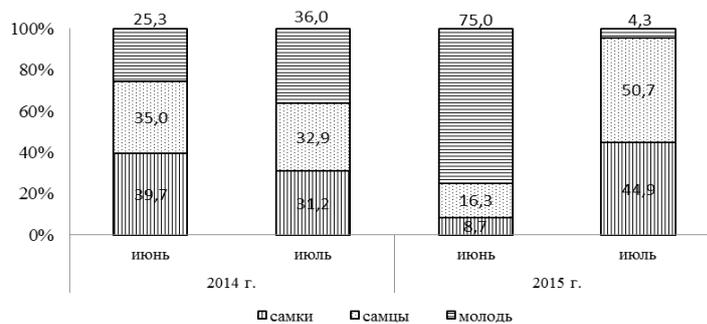


Рис. 2. Соотношение самок, самцов и молоди в скоплениях *N. awatschensis*, Амурский залив

Среди самок в июне 2015 г. преобладали «самки, стадия 1» (в их марсупиальных сумках были зародыши без оформленных стебельчатых глаз). В июле стало больше «самок, стадия 2» (в их марсупиальных сумках были зародыши с черными стебельчатыми глазами). Кроме того, увеличилось количество яйценосных самок, стало меньше неполовозрелых самок с зачатками оостегитов, появились отнерестившиеся – яловые самки. В июле 2014 г. картина была иная: преобладали «самки 1», яйценосные и с зачатками оостегитов, что свидетельствует о разных сроках размножения *N. awatschensis* в эти годы (рис. 3). Соотношение стадий зрелости самок в рассматриваемые годы свидетельствует о наступлении нереста в более ранние сроки в 2015 г., несмотря на более высокие температуры воды в 2014 г. Вероятно, это связано с высокой соленостью в весенний период 2014 г., когда ее значения превышали 30 eps, что неблагоприятно для *N. awatschensis*.

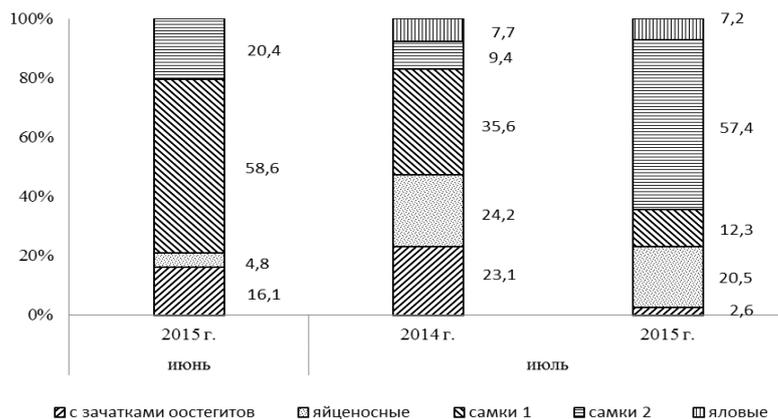


Рис. 3. Соотношение стадий развития самок *N. awatchensis*, Амурский залив

Сублиторальный широко распространенный *Neomysis mirabilis* (Czerniavsky, 1882) в июне – июле 2015 г. в кустовой части Амурского залива образовывал плотные промысловые скопления совместно с *N. awatchensis*. В 2014 г. в этой части залива он не был обнаружен, хотя условия существования были подходящие, возле о. Рейнке промысловых скоплений не создавал, более обильным был с конца мая до начала июля.

*N. mirabilis* в кустовой части Амурского залива имел размеры от 3,0 до 22,8 мм. В 2015 г. средний размер рачков в июне составлял  $10,9 \pm 1,0$  мм, в июле –  $8,4 \pm 0,1$  мм. В июне основную часть скопления (53,3%) создавали особи размером 8–10 мм, в июле – 4–10 мм (79,3%) (рис. 4).

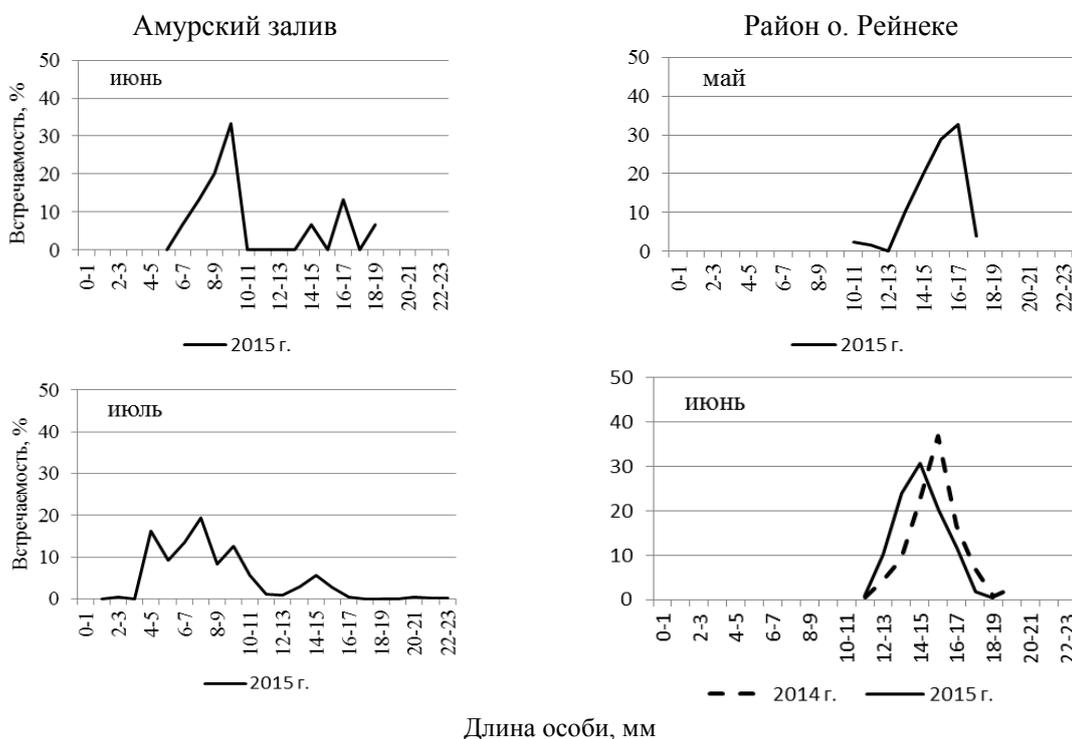


Рис. 4. Размерная структура скоплений *N. mirabilis*

В акватории о. Рейнке длина тела мизид была от 10,0 до 20,0 мм. Средний размер мизид в июне 2014 г. был  $15,5 \pm 0,2$  мм. Практически такой же средний размер тела имели рачки в мае 2015 г. –  $15,4 \pm 0,1$  мм, однако столь сходные размеры были вызваны разными причинами. Более крупные средние размеры тела в июне 2014 г., по сравнению с размерами в это же время в 2015 г., вызваны более высокой температурой воды, в результате чего ускорился соматический рост.

В мае 2015 г. большой средний размер тела мизид объясняется тем, что в популяции еще присутствовали крупные особи из перезимовавшей генерации предыдущего года. В июне 2015 г. средний размер тела был меньше, чем в это же время предыдущего года –  $14,6 \pm 0,1$  мм. В мае 2015 г. доминировали особи размером 14–17 мм (81,6%), в июне 2015 и 2014 гг., соответственно, 13–16 мм (75,0 %), 14–17 мм (75,7 %) (рис. 4).

Все время в составе скоплений, как в кутовой части Амурского залива, так и в районе о. Рейнеке преобладали самки (40,4–92,8%), наибольшее количество молоди (40,1%) было отмечено в июле 2015 г. в кутовой части Амурского залива (рис. 5). В мае 2015 г. и июне 2014 г. молодь в скоплениях отсутствовала.

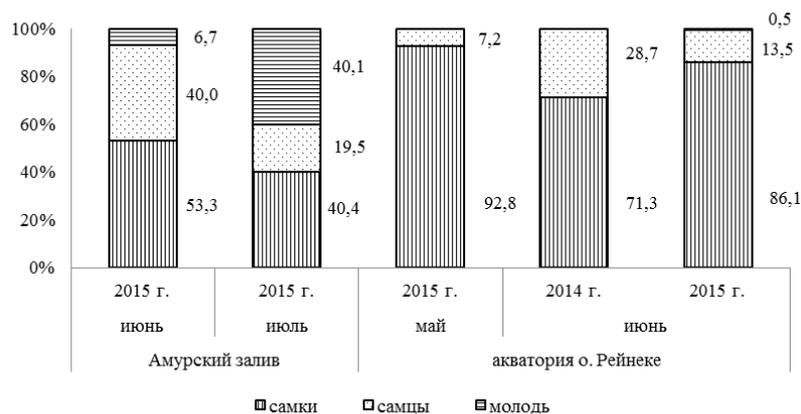


Рис. 5. Соотношение самок, самцов и молоди в скоплениях *N. mirabilis*

На протяжении всего периода исследований в пробах *N. mirabilis* присутствовали самки с яйцами или зародышами на разных стадиях развития, что свидетельствует о растянутом периоде размножения вида (рис. 6).

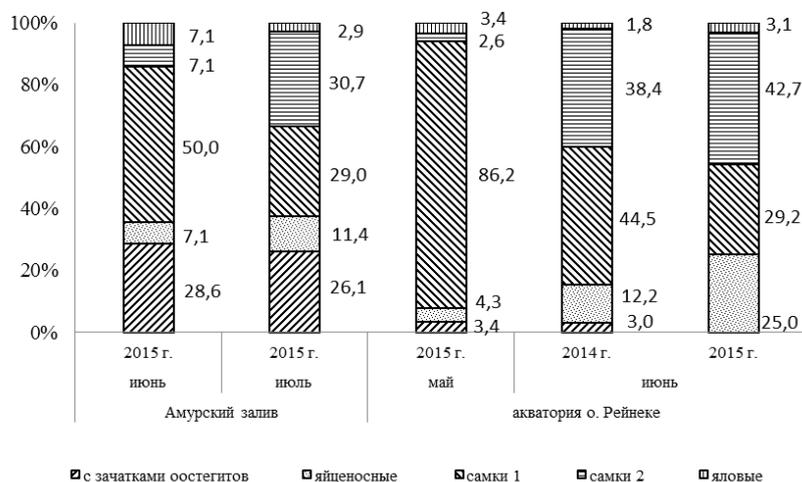


Рис. 6. Соотношение стадий развития самок *N. mirabilis*

В кутовой части Амурского залива в июне 2015 г. среди самок преобладали «самки 1», молодые самки с зачатками оостегитов составляли 28,6%; в июле «самок 1» и «самок 2» стало поровну, увеличилось количество яйценосных самок.

В районе о. Рейнеке в мае 2015 г. преобладали «самки 1» (86,2%), в июне – «самки 2» (42,7%), молодых самок с зачатками оостегитов не было. В июне 2014 г. (более теплого по сравнению с 2015 г.) «самки 2» тоже преобладали (38,4%), но вместе с ними уже были и молодые самки с зачатками оостегитов (3,0%), вероятно, к этому времени успела подрасти молодь из первой ранней весенней генерации.

Таким образом, гидрологические условия влияют на пространственное распределение, сроки размножения, рост особей, стадии зрелости яиц и зародышей разных видов мизид. С повышением температуры воды до 24–25°C мизиды мигрируют в более глубокие участки залива. Размеры тела у половозрелых особей летом меньше по сравнению с размерами тела ранней весной, поскольку половое созревание при более высокой температуре наступает раньше. Начало размножения может запаздывать, несмотря на более высокую температуру воды, вероятно, потому что кроме этого фактора действуют и другие, например высокая соленость, неблагоприятная для эстуарно-пресноводного вида *N. awatschensis*.

### 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. научн. конф. Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов. – Калининград: Калининградский гос. техн. ун-т, 2013. – С. 100–103.
3. Будникова Л.Л., Седова Л.Г., Шевченко Г.Г. Распределение и состав скоплений мизид в заливе Петра Великого // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Ч. I. – С. 41–45.
4. Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2016 г. (краткая версия). – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2016. – 390 с.
5. Шушкина Э.А., Кузьмичева В.И., Остапенко Л.А. Энергетический эквивалент массы тела, дыхание и калорийность мизид Японского моря // Океанология. – 1971. – Т. 11. – Вып. 6. – С. 1065–1074.
6. Вейдеман Е.Л., Черкашин С.А., Щеглов В.В. Диагностика состояния прибрежных акваторий: некоторые проблемы и результаты // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128. – С. 1036–1047.
7. Петряшев В.В. Отряд Мизиды – Mysidacea Voas, 1883 // Биота Российских вод Японского моря. Т. 1. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 55–96.
8. Седова Л.Г., Будникова Л.Л., Шевченко Г.Г. Размерно-половой состав скоплений и биологические особенности *Neomysis mirabilis* (Crustacea: Mysidacea) в заливе Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. (22–24 марта 2016 г.) / Отв. за вып. В.И. Карпенко. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 126–129.
9. Шевченко Г.Г., Седова Л.Г., Будникова Л.Л. Размерно-половой состав скоплений и весовой рост мизид *Neomysis awatschensis* (Crustacea: Mysidacea) в заливе Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. (22–24 марта 2016 г.) / Отв. за вып. В.И. Карпенко. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 184–186.
10. Седова Н.А., Мурашева М.Ю. Новые данные по фауне мизид (Crustacea, Mysidacea) прикамчатских вод // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – Вып. 35. – С. 107–112.
11. Лукьянова О.Н., Черкашин С.А., Нигматулина Л.В., Черняев А.П., Вейдеман Е.Л., Ирейкина С.А., Пряжевская Т.С. Комплексная химико-экологическая оценка состояния Уссурийского залива (Японское море) // Водные ресурсы. – 2009. – Т. 36. – № 5. – С. 615–622.

УДК 639.223.3:639.2.053.1(268.45)"1998-2012"

**Т.В. Булатова<sup>1</sup>, Г.П. Ванюшин<sup>1</sup>, Д.Н. Клочков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Всероссийский научный исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии,  
Москва, 107140;*

<sup>2</sup> *ООО НПК «Моринфо»,  
Мурманск, 183010  
e-mail: ladimon@mail.ru*

### **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА В ПЕРИОД ОСНОВНОГО НЕРЕСТА ТРЕСКИ (АКВАТОРИЯ ЛОФОТЕНСКИХ ОСТРОВОВ) В 1998–2012 ГГ. НА ЕЕ ПОПОЛНЕНИЕ**

В работе представлены сравнительные результаты оценки влияния температуры поверхности океана (ТПО) и ее аномалий в зоне основного нереста северо-восточной арктической трески (*Gadus morhua*) в районе Лофотенских островов для марта и апреля 1998–2012 гг. на численность промыслового пополнения в возрасте 3+ за период 2001–2015 гг. Данные о ТПО получены в результате комплексного анализа ежедневных материалов инфракрасной съемки с метеорологических спутников серии NOAA и квазисинхронных данных о ТПО «in situ» с судов и буев.

**Ключевые слова:** северо-восточная арктическая треска, зона основного нереста, температура поверхности океана (ТПО), спутниковый мониторинг, численность промыслового пополнения в возрасте 3+.

**T.V. Bulatova<sup>1</sup>, G.P. Vanyushin<sup>1</sup>, D.N. Klochkov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography  
Moscow, 107140;*

<sup>2</sup> *Ltd SPC «Morinfo»,  
Murmansk, 183010  
e-mail: ladimon@mail.ru*

### **THE INFLUENCE OF SEA SURFACE TEMPERATURE DURING THE MAIN COD SPAWNING (LOFOTEN AREA) IN 1998–2012 FOR ITS FUTURE ABUNDANCE**

The paper presents comparative evaluation of the influence of sea surface temperature (SST) and its anomalies in the area of the main spawning of northeast Arctic cod *Gadus morhua* (Lofoten islands) for March and April 1998–2012 on the abundance of new cod generations at age of 3+ for fishery in the period 2001–2015. Data on the temperature were obtained from the analysis of daily output of infrared imagery from weather satellites of the NOAA series and quasisynchronous SST data from ships and buoys.

**Key words:** NEA cod, main spawning ground, sea surface temperature (SST), satellite monitoring, abundance of new cod generations at age 3+.

Процесс формирования численности будущего промыслового пополнения северо-восточной арктической трески (*Gadus morhua*) во многом зависит от температурных условий в период нереста [1]. Следовательно, использование данных о температурном режиме в период нереста трески является важным направлением исследований при изучении закономерностей межгодовой динамики численности ее промыслового пополнения (рекрутов в возрасте 3+).

В данной работе приводится сравнительный анализ данных о температурных условиях в районе основного нереста северо-восточной арктической трески (акватория Лофотенских островов) для марта и апреля 1998–2012 гг., и рассматривается их влияние на численность поколений трески в возрасте 3+ за период 2001–2015 гг. (сдвиг три года).

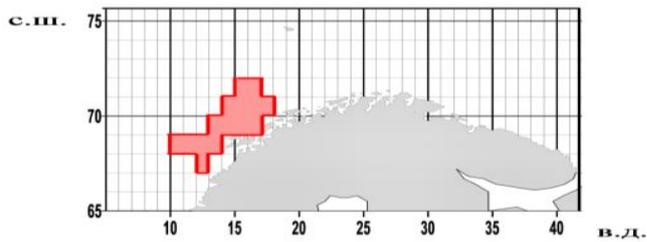


Рис. 1. Зона основного нереста северо-восточной арктической трески (акватория Лофотенских островов), для которой производилась оценка температурных условий по данным спутникового мониторинга

производился в выделенной зоне основного нереста северо-восточной арктической трески (акватория Лофотенских островов – 67–72° с. ш. и 10–18° в. д.) [1, 3, 4] (рис. 1).

При определении температурных условий поверхностного слоя использовались материалы ежесуточной инфракрасной съемки в цифровом виде с метеорологических искусственных спутников Земли серий «NOAA». Для обработки спутниковых ИК-данных при восстановлении температуры моря использовалась 5-канальная методика обработки материалов съемки.

Результаты математической обработки всех вышеперечисленных материалов использовались для построения карт распределения ТПО и аномалий ТПО недельной и месячной дискретности для марта и апреля (рис. 2). Цифровые матрицы, составленные на их основе, служили для расчета значений ТПО по квадратам  $1^\circ \times 1^\circ$  с разрешением  $0,1^\circ\text{C}$ .

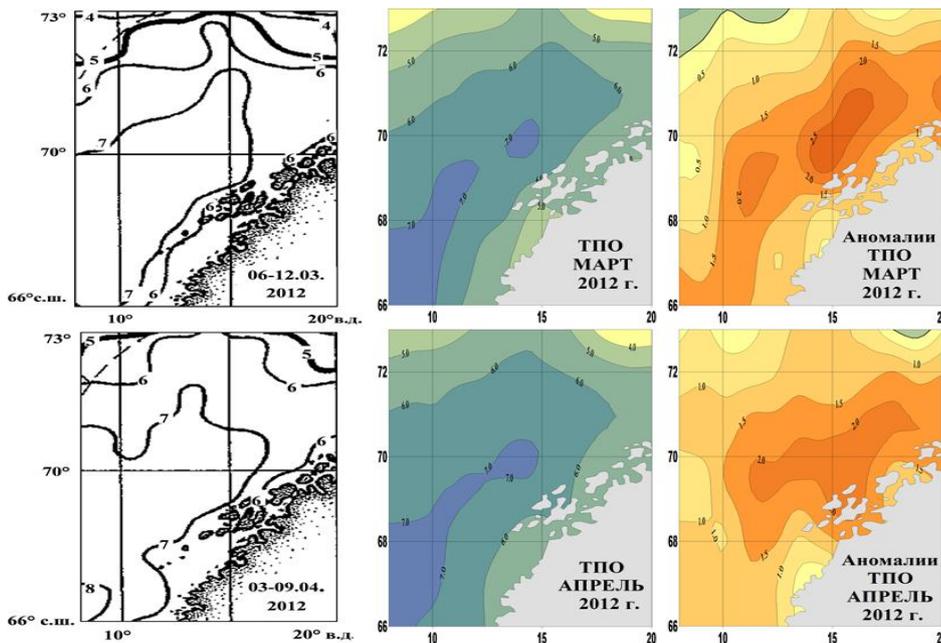


Рис. 2. Примеры карт недельных и среднемесячных значений ТПО и ее аномалий в зоне основного нереста трески в Норвежском море в 2012 г.

Для расчета значений аномалий ТПО использовались среднегодовые значения ТПО для климатического периода 1971–2000 гг.

Данные об урожайности поколений трески в возрасте «3+» взяты из отчетов Рабочей группы ИКЕС по арктическому рыболовству [5]. Разбивка поколений трески (трехгодовиков) по урожайности соответствует их традиционной градации (в млн экз.): «бедное» (Бд) – до 500, «среднее» и «богатое» (С/Бг) – 501-900 и «очень богатое» (ОБг) – свыше 900 [6].

Для сравнения характера влияния температурных условий на численность промыслового пополнения трески нами был произведен расчет среднемесячных значений ТПО и аномалий ТПО для марта и апреля 1998–2012 гг. непосредственно в районе основного нереста (Лофотенские острова). Результаты расчетов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Среднемесячные значения ТПО и аномалии ТПО в районе основного нереста трески в марте 1998–2012 гг.

Годы	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Среднемесячные значения ТПО (С°)	5,43	4,95	4,73	4,20	3,96	5,31	5,52	4,98
Аномалии ТПО (С°)	+0,9	+0,41	+0,2	-0,33	-0,57	+0,78	+0,99	+0,45
Годы	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Среднемесячные значения ТПО (С°)	5,81	6,21	5,69	5,51	5,91	5,91	6,59	
Аномалии ТПО (С°)	+1,28	+1,68	+1,16	+0,97	+1,37	+1,38	+2,05	

Таблица 2

Среднемесячные значения ТПО и аномалии ТПО в районе основного нереста трески в апреле 1998–2012 гг.

Годы	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Среднемесячные значения ТПО (С°)	5,63	4,79	4,69	4,62	5,39	5,75	5,96	5,44
Аномалии ТПО (С°)	+0,83	-0,01	-0,11	-0,18	+0,59	+0,95	+1,16	+0,64
Годы	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Среднемесячные значения ТПО (С°)	6,48	6,31	4,99	5,61	6,05	5,76	6,55	
Аномалии ТПО (С°)	+1,68	+1,51	+0,19	+0,81	+1,25	+0,96	+1,75	

Анализ распределения среднемесячных значений ТПО в зоне основного нереста трески в марте и апреле 1998–2012 гг. показывает, что температура в марте варьировалась от 3,96°С в 2002 г. до 6,59°С в 2012 г., в апреле – от 4,62°С в 2001 г. до 6,55°С в 2012 г. В целом стоит отметить, что в рассматриваемый период в акватории Лофотенских островов наблюдался тренд роста величин ТПО как для марта, так и для апреля, причем максимальные значения ТПО для обоих месяцев были достигнуты в 2012 г. В период 1998–2012 гг. средняя температура в зоне основного нереста трески для марта составила 5,38°С, а для апреля 5,60°С, соответственно, средние значения аномалий составили +0,85 °С и +0,80°С.

Анализ динамики изменения ТПО в марте и апреле показал, что ход изменений температур в этих месяцах в рассматриваемый период достаточно синхронен (рис. 3). С 2009 по 2012 гг. сами среднемесячные значения ТПО в марте и апреле практически идентичны (табл. 1, 2).

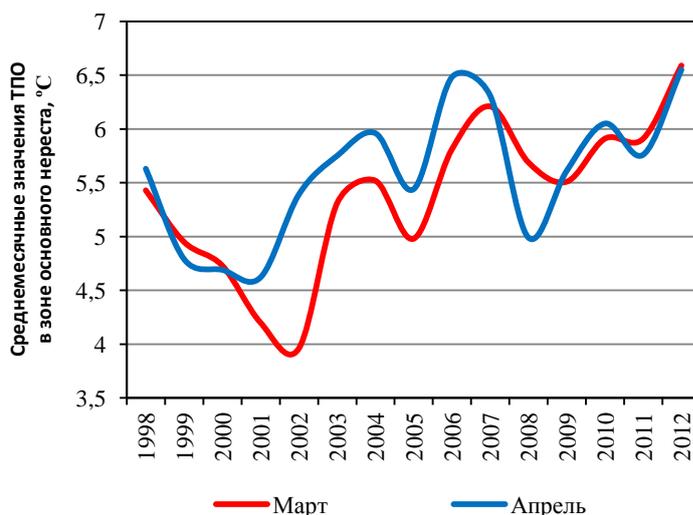


Рис. 3. Среднемесячные значения ТПО в марте и апреле в зоне основного нереста трески в период 1998–2012 гг.

В ходе исследований было установлено, что разница ТПО между апрелем и мартом не имела большого влияния на численность трески в возрасте 3+ (рис. 4) (коэффициент корреляции для этих параметров  $R = 0,017$ ). Очевидно, что главное влияние на урожайность трески в возрасте 3+ оказывает само значение температуры во время нереста.



Рис. 4. Сопоставление значений разницы ТПО между апрелем и мартом в зоне основного нереста трески и численности промыслового пополнения трески в возрасте 3+

Все вышеперечисленное позволяет использовать для оценки будущего промыслового пополнения трески результаты проведенных ранее исследований [4], выявивших граничные значения аномалий ТПО в зоне основного нереста трески в период март – апрель (диапазон от  $-0,1^{\circ}\text{C}$  до  $+1,4^{\circ}\text{C}$ ), при которых велика вероятность формирования богатых и средних по урожайности поколений трески в возрасте 3+. Значения аномалий ТПО, выходящие за пределы указанного диапазона, в большинстве случаев способствовали появлению бедных и близких к бедным поколений трески в возрасте 3+. Прогностические оценки промыслового пополнения трески в 2001–2015 гг. по температурным условиям в марте и апреле 1998–2012 гг. представлены в табл. 3.

Таблица 3

Аномалии ТПО в зоне основного нереста трески в марте и апреле 1998–2012 гг., прогноз численности и реальная численность трески возраста 3+ 2001–2015 гг.

Годы нереста	Аномалии ТПО в марте в год нереста, $^{\circ}\text{C}$	Прогноз численности трески в возрасте 3+ по данным ТПО за март	Аномалии ТПО в апреле в год нереста, $^{\circ}\text{C}$	Прогноз численности трески в возрасте 3+ по данным ТПО за апрель	Годы прогноза численности трески в возрасте 3+	Оправданность прогноза численности трески в возрасте 3+ по данным ICES, тыс. экз.
1998	+0,90	Бг-С	+0,83	Бг-С	2001	Бг-С 517254*
1999	+0,41	Бг-С	-0,07	Бг-С	2002	Бд-С 450788**
2000	+0,2	Бг-С	-0,11	С-Бд	2003	Бг 700601***
2001	-0,33	Бд	-0,18	Бд	2004	Бд 306954*
2002	-0,57	Бд	+0,59	Бг-С	2005	Бг-С 580667****
2003	+0,78	Бг-С	+0,95	Бг-С	2006	Бг-С 579787*
2004	+0,99	Бг-С	+1,16	Бг-С	2007	ОБг 1406274*
2005	+0,45	Бг-С	+0,64	Бг-С	2008	ОБг 1457888*
2006	+1,28	Бг-С	+1,68	Бд	2009	ОБг 947793***
2007	+1,68	Бд	+1,51	Бд	2010	Бг-С 519544**
2008	+1,16	Бг-С	+0,19	Бг-С	2011	Бг 806680*
2009	+0,97	Бг-С	+0,81	Бг-С	2012	Бг 804470*
2010	+1,37	Бг-С	+1,25	Бг-С	2013	ОБг 1022157*
2011	+1,38	Бг-С	+0,96	Бг-С	2014	ОБг 1179754*
2012	+2,05	Бд	+1,75	Бд	2015	Бг-С 548562**

\* совпадение прогноза с реальностью по данным ТПО марта и апреля

\*\* несовпадение прогноза с реальностью по данным ТПО марта и апреля

\*\*\* совпадение прогноза с реальностью по данным ТПО марта

\*\*\*\* совпадение прогноза с реальностью по данным ТПО апреля

Стоит отметить, что явный тренд на повышение ТПО в районе Лофотенских островов в период основного нереста трески, отмеченный в 2002–2012 гг., в целом благоприятно повлиял на урожайность ее поколений. Начиная с 2005 г. (нерест 2002 г.) численность промыслового пополнения трески стабильно превышала 500 млн экз., причем в течение пяти лет (2007–2009, 2012–2014) наблюдалась очень богатая урожайность поколений. Известно, что высокие температуры положительно влияют на метаболические процессы и темпы роста личинок [7] и способствуют повышению

биомассы кормового зоопланктона [8]. Однако в годы с очень высокими показателями ТПО вероятно слишком раннее начало процесса размножения *Calanus finmarchicus*, являющегося основным компонентом питания личинок трески, так что возможно рассогласование по времени стадии перехода личинок трески на активное питание и начала дрейфа науплий калянуса на восток [9, 10].

Необходимо отметить, что сравниваемые ряды данных весьма коротки и требуется их наращивание для установления более точных закономерностей, особенно в связи с сохранением тренда к росту положительных аномалий в зоне основного нереста трески в 2013–2016 гг. – не исключена возможность смещения диапазона оптимальных температур в связи с процессом адаптации гидробионтов к изменяющимся условиям среды.

### Выводы

Анализ карт ТПО, составленных на основе спутникового мониторинга температурных условий, является дополнительным информационным источником для исследования условий формирования урожайности поколений северо-восточной арктической трески, давая возможность изучать и учитывать мезо- и мелкомасштабные изменения температурных параметров в районе ее основного нереста в реальном масштабе времени.

Характер изменений ТПО в марте и апреле 1998–2012 гг. в зоне основного нереста трески в основном синхронизирован, разница между средними температурами и аномалиями ТПО в эти месяцы внутри каждого года не имела заметного влияния на численность промыслового пополнения через три года после нереста (2001–2015 гг.).

Показана возможность использования при прогнозе численности промыслового пополнения трески возрасте 3+ данных о температурных условиях в зоне ее основного нереста как для марта, так и для апреля.

### Литература

1. Бойцов В.Д., Лебедь Н.И., Пономаренко В.П., Пономаренко И.Я., Терещенко В.В., Третьяк В.Л., Шевелев М.С., Ярагина Н.А. Треска Баренцева моря: биология и промысел. Изд 2-е. – Мурманск: Изд-во ПИНРО. – 2003. – 296 с.
2. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю., Трошков А.А., Барканова Т.Б., Булатова Т.В., Царева В.А., Коробочка А.А., Марков С.Н. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ВНИРО. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 48 с.
3. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Борисов В.М., Кружалов М.Ю., Булатова Т.В., Трошков А.А. Спутниковый мониторинг температурных условий Баренцева и Норвежского морей как постоянный информационный ресурс при разработке прогноза урожайности поколений северо-восточной арктической трески *Gadus morhua*. – М.: Изд-во ВНИРО. – 2008. – 26 с.
4. 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+ // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (22–24 марта 2016 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2016. – Ч. I. – С. 63–67.
5. Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG) ICES CM 2016/ACOM:06. – Copenhagen, Denmark, 19–25 April 2016. – 623 p.
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.
7. Kristiansen T, Drinkwater K.F., Lough G, Sundby S. Recruitment variability in North Atlantic Cod and match-mismatch dynamics // PLoS ONE 6(3):e17456. – 2011. – P. 11.
8. Sundby S. Recruitment of Atlantic cod stocks in relation to temperature and advection of copepod populations // Sarsia, 85. – 2000. – P. 277–298.
9. 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* // Вопросы промысловой океанологии. – 2008. – Вып. 5. – № 1. – С. 134–150.
10. Borisov V.M., Vanyushin G.P., Kotenev B.N., Kruzhalov M.Yu., Troshkov A.A., Bulatova T.V. Satellite monitoring of SST for forecasting of northeast Arctic cod year-class strength // ICES 2009 Annual Science Conference. CM 2009 Documents ASC Edition, ICES CM 2009/K:01. – Germany, Berlin, 21–25 September. – 2009. – 23 p.

УДК 597.552.511(285.2:571.66)"2015-2016"

**Т.Л. Введенская<sup>1</sup>, А.В. Шатрова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский, 683000;

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

### **РЕЗУЛЬТАТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОЛОДИ КИЖУЧА ОЗЕРА БОЛЬШОЙ ВИЛЮЙ В 2015–2016 ГГ.**

В работе представлены результаты биологического анализа молоди кижуча заводского и естественно-го происхождения из неводных обловов мелководных участков озера и сетных уловов в пелагиали в октябре 2015 г. и в июне 2016 г.

**Ключевые слова:** озеро, молодь кижуча заводского и естественного происхождения, лососевый рыбодный завод, двухлетки, размерно-массовые показатели, спектр питания, пищевое сходство

**T.L. Vvedenskaya<sup>1</sup>, A.N. Shatrova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

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

### **RESULTS OF BIOLOGICAL ANALYSIS OF JUVENILE COHO SALMON IN LAKE BOLSHOY VILUY FOR 2015–2016**

Results of the biological analysis of hatchery and wild juvenile coho salmon from seine catches in shallow water sites of the lake and pelagic seine catches in October 2015 and June 2016 are demonstrated in the paper.

**Key words:** lake, hatchery and wild juvenile coho salmona, salmon hatchery, two-year-old individuals, length-weight indexes, spectrum of food, food similarity.

Вилуйский лососевый рыбодный завод (ВЛРЗ) базируется на берегу оз. Большой Вилуй, которое расположено на юго-восточном побережье Камчатского полуострова. Оно представляет собой водоем неправильной формы, вытянутый с северо-запада на юго-восток, и соединяется с Авачинским заливом узкой протокой.

ВЛРЗ существует с 1990 г., и объектом разведения являлась кета и в небольших количествах кижуч, а с 2008 г. завод был полностью перепрофилирован на воспроизводство кижуча.

Молодь кижуча на заводе подращивают до возраста 1+ и в июне их выпускают в озеро. Небольшая часть заводской молоди сразу же уходит в морские воды, а большая нагуливается до следующего года. Молодь кижуча заводского воспроизводства распознают по метке на отолитах, которая образуется во время отолитного маркирования всех эмбрионов кижуча на заводе.

Места нагула разновозрастной молоди кижуча естественного происхождения и заводской молоди совпадают.

Целью исследований является определение биологических показателей молоди кижуча разного происхождения в 2015 и в 2016 гг.

## Материал и методика

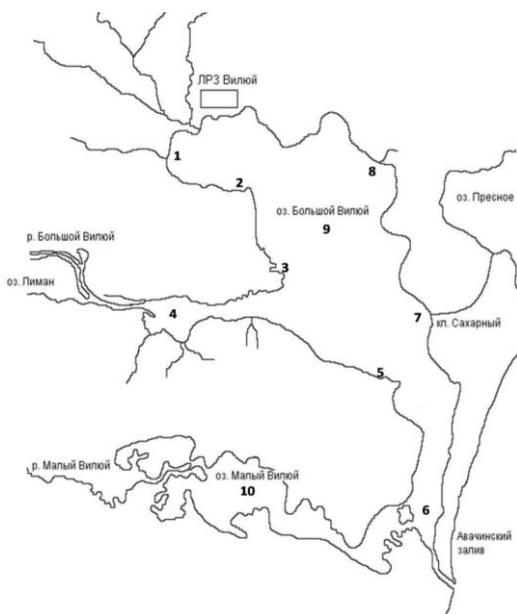


Рис. 1. Расположение станций в бассейне оз. Большой Вилуи

Материалом для исследований послужили ихтиологические съемки, проведенные в оз. Большой Вилуи 20–22 октября 2015 г. (выпуск заводской молоди с завода в июне) и 14 июня 2016 г. (выпуск заводской молоди 17 июня). Молодь кижуча отлавливали в литоральной зоне мальковым неводом длиной 15 м (ячея в кутке 5 мм) на восьми станциях (ст. 1–8), в глубоководной зоне ставной сетью размером 30 × 3 м (ячея 28 мм) на двух станциях (ст. 9–10) (рис. 1).

У рыб определяли длину и массу. Желудки отбирали для анализа питания, обработку проводили по общепринятой методике [1]. Пищевую активность оценивали по индексам наполнения, а степень пищевого сходства (СП) – по сумме наименьших величин общих пищевых компонентов [2].

Возраст у молоди кижуча определяли по чешуе и отолитам, а происхождение рыб устанавливали по метке на отолитах.

Всего проанализировано 195 экз. молоди кижуча разного происхождения.

## Результаты и обсуждение

В октябре 2015 г. молодь кижуча встречалась как в литорали, так и в пелагиали, причем большая часть (65%) отловленных рыб была из сетных уловов

Среди отловленной молоди кижуча встречались рыбы естественного и заводского воспроизводства (табл. 1).

Таблица 1

Количество отловленной молоди кижуча (экз.) и доля (%) рыб разного происхождения в 2015 и 2016 гг.

Дата	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7	Ст. 8	Ст. 9, 10	
	литораль								пелагиаль	
20.10.2015	–	–	–	–	–	–	–	–	46*** 72(28)	22** 61(39)
22.10.2015	2 50(50)	16 56(44)	16 32(68)	10 0(100)	2 50(50)	1 0(100)	6 83(17)	7*** 50(50)	43* 56(44)	–
14.06.2016	4 0(100)	–	0	13 0(100)	4 0(100)	0	–	3 0(100)	–	–

*Примечание.* Над чертой количество отловленных рыб (звездочками отмечено количество рыб, у которых не были отобраны отолиты); под чертой доля заводских, в скобках – доля рыб естественного происхождения; 0 – отсутствие молоди кижуча в уловах; – пробы не взяты.

В литорали искусственно выращенная молодь обнаружена не на всех обследованных участках озера: она отсутствовала на станциях 4 и 6, тогда как молодь кижуча естественного происхождения встречалась повсеместно. Численность молоди кижуча естественного происхождения в общем улове была значительно выше и составляла 63,3%, соответственно доля заводской молоди составляла 36,7%. В пелагиали это соотношение было иным – больше встречалось молоди кижуча заводского воспроизводства – 20 октября доля этих рыб составляла 72%, 22 октября – 56%.

Возрастной состав молоди кижуча состоял из трех групп: 0+, 1+ и 2+. Молодь кижуча заводского воспроизводства была представлена только двухлетками (1+), естественная популяция в большинстве своем состояла из особей в возрасте 1+ (72,2%), а сеголетки (13,9%) и трехлетки (13,9) встречались в единичных экземплярах.

Размеры молоди кижуча как заводского, так и естественного воспроизводства характеризовались значительной вариабельностью (табл. 2). Сравнивая размеры двухлеток разного воспроизводства, можно заключить, что заводские особи отличались несколько более высокими пока-

зателями длины и массы, нежели молодь естественного происхождения (табл. 3). Следует также отметить, что заводская молодь кижуча выловленная в пелагиали озер Большой Виллой и Малый Виллой почти не различалась между собой по этим показателям, но они были более высокими, чем у рыб, отловленных в литорали озера.

Таблица 2

Размерно-массовые показатели молоди кижуча в октябре 2015 г.

Возраст	Литораль				Пелагиаль			
	оз. Большой Виллой				оз. Малый Виллой			
	дикая		заводская		заводская			
	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г
0+	5,5–10,1	2,3–9,8	–	–	*	*	*	*
1+	9,1–13,9	8,9–27,3	9,5–15,1	10,4–36,9	13,2–16,5	32,1–55,0	13,9–16,5	31,9–53,4
2+	12,3–15,1	22,4–34,5	–	–	*	*	*	*

*Примечание.* – отсутствие, \* в пелагиали озер Большой Виллой и Малый Виллой возраст у молоди кижуча естественного происхождения не определен.

Таблица 3

Размерно-массовые показатели разновозрастной молоди кижуча в озерах Большой Виллой и Малый Виллой в октябре 2015 г.

Кижуч	Показатель	Ст. 1		Ст. 2		Ст. 3			Ст. 4	
		1+	1+	0+	1+	2+	0+	1+		
Дикий	Длина, см	13,0	<u>10,0–13,0</u> 11,0	<u>9,5–10,1</u> 9,8	<u>9,9–13,5</u> 11,4	<u>12,3–15,1</u> 11,4	<u>5,5–9,5</u> 8,0	<u>9,1–11,5</u> 10,1		
	Масса, г	24,0	<u>10,9–23,4</u> 15,0	<u>8,0–10,2</u> 9,1	<u>10,1–22,3</u> 15,6	<u>22,4–34,5</u> 28,5	<u>2,3–9,8</u> 6,8	<u>8,9–19,8</u> 12,3		
Заводской	Длина, см	13,6	<u>12,0–15,1</u> 13,6	–	<u>9,5–12,0</u> 11,2	–	–	–		
	Масса, г	27,0	<u>19,6–36,9</u> 27,0	–	<u>10,4–19,5</u> 15,4	–	–	–		
Кижуч	Показатель	Ст. 5		Ст. 6	Ст. 7	Ст. 8		Ст. 9*	Ст. 10*	
		0+	1+	1+	1+	0+	1+	1+	1+	
Дикий	Длина, см	9,3	–	13,9	13,0	6,2	<u>11,7–12,7</u> 12,2	–	–	
	Масса, г	8,7	–	27,3	25,5	3,0	<u>16,3–23,5</u> 19,9	–	–	
Заводской	Длина, см	–	13,5	–	<u>13,0–14,5</u> 13,7	–	<u>13,2–14,6</u> 13,9	<u>13,2–16,5</u> 14,7	<u>13,9–16,5</u> 14,8	
	Масса, г	–	22,1	–	<u>23,5–27,4</u> 27,2	–	<u>21,8–32,5</u> 27,2	<u>32,1–55,0</u> 38,0	<u>31,9–53,4</u> 40,2	

\* возраст у рыб естественного происхождения не определен

Проведенные исследования содержимого желудков молоди кижуча в октябре 2015 г. в литорали озера выявили следующие особенности: из 12 пищевых объектов, обнаруженных в пище рыб, наиболее значимыми были два: гаммарусы и мизиды (табл. 4). Причем спектры питания заводских и диких рыб практически не различались. Расхождение спектров питания, например, на ст. 5, можно объяснить небольшим количеством проанализированного материала. Интенсивность потребления пищи молодью кижуча разного воспроизводства имела некоторые различия: у заводских рыб индексы наполнения желудков изменялись в диапазоне 28,8–101,2<sup>0</sup>/<sub>000</sub>, а у молоди естественного происхождения – 5,9–301,6<sup>0</sup>/<sub>000</sub> и в среднем составляли, соответственно, 48,0 и 75,9<sup>0</sup>/<sub>000</sub>. Из этого следует, что молодь кижуча естественного происхождения потребляла пищи в 1,6 раза больше, чем заводские рыбы.

Таблица 4

Состав пищи (% от массы) и интенсивность питания молоди кижуча разного происхождения в литорали озера Большой Виллой в октябре 2015 г.

Пищевые компоненты	Ст. 1		Ст. 2		Ст. 3		Ст. 4		Ст. 5		Ст. 6		Ст. 7		Ст. 8	
	з.	д.	з.	д.	з.	д.	д.	з.	д.	д.	з.	д.	з.	д.	з.	д.
Хирономиды имаго	–	–	–	–	0,2	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Мухи-крыски личинки	–	–	–	–	–	–	0,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Пищевые компоненты	Ст. 1		Ст. 2		Ст. 3		Ст. 4	Ст. 5		Ст. 6	Ст. 7		Ст. 8	
	з.	д.	з.	д.	з.	д.	д.	з.	д.	д.	з.	д.	з.	д.
Жук личинки	–	–	–	–	12,2	8,5	–	–	–	–	–	–	–	–
Пауки	–	–	–	–	–	–	0,5	–	–	–	–	–	–	–
Имаго наземных насекомых	–	–	–	–	1,8	0,6	9,7	–	–	–	–	–	–	–
Гаммарусы	100,0	100,0	87,8	94,7	85,5	69,8	87,2	100,0	–	–	29,7	4,5	69,8	54,3
Мизиды	–	–	5,5	4,5	0,2	19,0	2,2	–	100,0	100,0	67,7	95,5	0,9	45,7
Нематоды	–	–	–	–	–	< 0,1	–	–	–	–	–	–	–	–
Прочие черви	–	–	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Моллюски	–	–	4,3	–	–	1,9	–	–	–	–	–	–	–	–
Рыба	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	29,3	–
Растительные остатки, детрит	–	–	1,4	0,8	–	–	–	–	–	–	2,6	–	–	–
Количество, экз.	1	1	9	7	5	11	10	1	1	1	5	1	2	2
Пустые желудки, %	–	–	11	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ИНЖ <sub>мин-макс.</sub> ‰	–	–	6,3–158,2	1,4–177,9	3,8–47,8	5,8–167,3	12,2–260,4	–	–	–	2,7–172,5	–	22,0–38,8	18,7–22,7
ИНЖ <sub>ср.</sub> ‰	37,9	5,9	35,4	78,1	28,8	37,8	102,4	38,0	33,0	213,0	101,2	301,6	30,4	20,7

Примечание. з. – заводская молодь кижуча, д. – дикая.

В пелагиали озер состав пищи у молоди кижуча разного воспроизводства был более разнообразным (табл. 5).

Таблица 5

Состав пищи (% от массы) и интенсивность питания молоди кижуча разного происхождения в пелагиали озер Малый Вилюй и Большой Вилюй в октябре 2015 г.

Пищевые компоненты	Озеро Большой Вилюй		Озеро Малый Вилюй	
	заводской	дикий	заводской	дикий
Ручейники личинки	–	–	0,1	20,7
Наземные насекомые имаго	–	1,1	0,9	–
Гаммарусы	35,7	10,3	41,5	10,5
Мизиды	55,3	80,3	39,1	22,4
Креветки	–	–	–	16,4
Моллюски	0,7	1,2	7,3	–
Рыба	7,9	6,8	9,3	29,9
Прочие	0,4	1,3	1,8	0,1
Количество, экз.	21	16	11	7
Пустые желудки, %	14	31	9	14
ИНЖ <sub>мин-макс.</sub> ‰	1,4–234,2	6,5–128,5	16,3–176,5	3,4–113,9
ИНЖ <sub>ср.</sub> ‰	58,2	26,5	62,1	53,5

Примечание. Прочие – личинки хирономид, личинки веснянок, нематоды, растительные и неопределенные остатки.

В оз. Большой Вилюй в пище молоди кижуча разного происхождения преобладали гаммарусы и мизиды, и пищевое сходство достигало 73,5%. В оз. Малый Вилюй пищевой спектр существенно различался – заводские рыбы питались в основном гаммарусами и мизидами, тогда как дикие потребляли в большей степени рыб (трехиглую и девятииглую колюшек), ракообразных (мизид, креветок, гаммарусов) и личинок ручейников. Пищевое сходство между ними составляло 42,4%. По величине интенсивности питания молоди кижуча в этих озерах отмечены также некоторые отличия. Потребление пищи молодью кижуча разного происхождения в оз. Малый Вилюй практически не отличалось: индексы наполнения желудков у заводских рыб составляли в среднем 62,1‰, у диких – 53,9‰. В оз. Большой Вилюй потребление пищи заводскими рыбами было в 2,2 раза выше, чем диким (табл. 5).

В 2016 г. ихтиологическую съемку выполнили 14 июня, за несколько дней (17 июня) до выпуска с завода двухлеток кижуча (1+). Обловы провели на шести станциях, и общее количество отловленной молоди кижуча составило 24 экз. (табл. 2). По структуре отолитов вся молодь была естественного происхождения, молодь с заводской меткой не обнаружена. Возрастной состав представлен тремя группами – 0+, 1+ и 2+, доля которых в общем улове соответствовала 31,6, 63,2 и 5,2%. Размеры рыб широко варьировали в каждой возрастной группе (табл. 6).

**Биологические показатели молоди кижуча естественного происхождения  
в оз. Большой Вилюй 14 июня 2016 г.**

Станция	0+			1+			2+		
	длина, см	масса, г	♂/♀, %	длина, см	масса, г	♂/♀, %	длина, см	масса, г	♂/♀, %
ст. 1*	–	–	–	<u>5,6–7,5</u> 6,6	<u>2,00–4,48</u> 3,29	67/33	–	–	–
ст. 4**	<u>3,4–5,9</u> 4,9	<u>0,56–2,59</u> 1,65	75/25	<u>5,1–6,6</u> 5,8	<u>1,84–3,38</u> 2,40	50/50	11,0	15,91	100/0
ст. 5.	<u>5,0–5,8</u> 5,4	<u>1,48–2,66</u> 2,07	50/50	<u>6,7–13,5</u> 10,1	<u>3,34–27,92</u> 15,63	50/50	–	–	–
ст. 8	–	–	–	<u>6,5–10,8</u> 8,1	<u>3,12–13,76</u> 6,89	67/33	–	–	–

*Примечание.* В числителе – колебания, в знаменателе – средняя.

\* не определен возраст у одного экз. (6,4 см, 2,96 г)

\*\* не определен возраст у трех экз. (14,3 см и 39,8 г, 14,9 см и 35,14 г, 6,5 см и 3,63 г)

Питалась молодь кижуча в это время в большей степени амфибиотическими (на разных стадиях метаморфоза) и взрослыми наземными насекомыми. Интенсивность потребления пищи этими рыбами характеризовалась довольно высокими показателями, в среднем составляя около 103,0<sup>0</sup>/<sub>1000</sub>.

### Заключение

Озеро Большой Вилюй является базовым водоемом лососевого рыбноводного завода, который ежегодно воспроизводит двухлеток (1+) кижуча. Выпуск молоди с завода происходит в июне. В октябре в уловах встречалась молодь кижуча заводского воспроизводства и естественного происхождения. В литорали численность молоди кижуча естественного происхождения в общем улове была значительно выше и составляла 63,3%, в пелагиали это соотношение было иным – в большем количестве встречалась молодь кижуча заводского воспроизводства (20 октября – 72%, 22 октября – 56%).

В литорали размеры молоди кижуча в возрасте 1+ характеризовались несколько более высокими показателями у заводской молоди, нежели у молоди естественного происхождения, в пелагиали значительных различий между ними не отмечено, но они были более высокими, чем у рыб, отловленных в литорали озера.

Трофологические исследования выявили, что в литорали двухлетки кижуча разного происхождения питались в основном гаммарусами и мизидами, молодь кижуча естественного происхождения потребляла пищи в 1,6 раз больше, чем заводские рыбы. В пелагиали состав пищи у молоди кижуча разного воспроизводства был более разнообразным, и пищевое сходство не превышало 42,4%. Потребление пищи заводскими рыбами было в 2,2 раза выше, чем дикими.

В июне 2016 г. в улове встречалась молодь кижуча только естественного происхождения в возрасте 0+, 1+ и 2+, доля которых соответствовала 31,6, 63,2 и 5,2%. Размеры рыб широко варьировали в каждой возрастной группе. Питались они различными насекомыми и индексы наполнения желудков составляли в среднем 103,0<sup>0</sup>/<sub>1000</sub>.

### Литература

1. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М., 1974. – 252 с.
2. Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. – М.: Наука, 1952. – 253 с.

УДК 639.3(571.6)

**Г.С. Гаврилова**

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

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ МАРИКУЛЬТУРЫ**

Выполнен анализ развития марикультуры в Приморском крае за период с 2011–2015 гг. В регионе работают 56 предприятий на участках площадью 20,4 тыс. га. Объемы производства продукции марикультуры в Приморском крае составляли немногим более 1 тыс. т. Развитие марикультуры сдерживается из-за отсутствия современных центров производства посадочного материала, садковых выростных комплексов и будет зависеть от финансовых возможностей предприятий и государственной поддержки отрасли (субсидии, целевое финансирование, налоговые льготы и т. д.).

**Ключевые слова:** марикультура, культивирование, моллюски, посадочный материал.

**G.S. Gavrilova**

*Pacific Scientific Research Fisheries Centre (TINRO-Centre)  
Vladivostok, 690091  
e-mail: galina.gavrilova@tinro-center.ru*

### **CURRENT STATUS AND PROBLEMS OF MARICULTURE IN THE FAR EAST**

We completed the analysis of mariculture development in Primorskiy Territory for the period from 2011 to 2015. There are 56 enterprises in the region operating on the water area of 20,4 ths. ha. Marine aquaculture production output in Primorsky Territory is a little more than 1 ths. tons. The development of aquaculture is currently constrained due to a lack of modern seed production facilities, cage rearing complexes and will depend on the financial capacity of enterprises and government support for mariculture industry (subsidies, targeted funding, tax credits, etc.).

**Key words:** mariculture, cultivation, shellfish, seed production.

Марикультура – самое молодое направление дальневосточного рыбохозяйственного комплекса. За короткий период она прошла два этапа: советский (1975–1990 гг.) и современный (с начала 2000-х гг.). Все это время в развитие марикультуры на Дальнем Востоке был вовлечен только Приморский край. Программы и концепции развития этого направления для всего Дальнего Востока создавались неоднократно, что в целом оправданы, т. к. региональное планирование является необходимым элементом управления аквакультурой. Однако реализовать их основные положения и достичь намеченных результатов в запланированные сроки не удавалось. Основными причинами неудач считаются законодательные и социально-экономические проблемы развития рыбохозяйственной отрасли Российской Федерации.

Сегодня марикультура Дальнего Востока находится под пристальным вниманием правительства России, ее ускоренное развитие в регионе объявлено одной из первоочередных задач [1, 2]. Но возможности этой отрасли в реальных климатических и социально-экономических условиях Дальнего Востока, по-прежнему, неочевидны.

В публицистической и научной литературе последних лет обсуждаются, как правило, два сценария развития отрасли. Первый предполагает возможность производства миллионов тонн продукции на огромных акваториях от юга Приморья до побережья Камчатки, во втором делается акцент на реальных достижениях научных исследований, особенностях развития прибреж-

ной инфраструктуры регионов, их климатических особенностях. Цель настоящего анализа заключалась в определении реальных возможностей и условий развития марикультуры на Дальнем Востоке до 2020 г. для обеспечения устойчивого производства ее продукции в объемах, соответствующих климатической и современной социально-экономической обстановке в регионе.

*Современное состояние и объемы производства продукции.* Действующие хозяйства марикультуры (без учета лососеводства) существуют на Дальнем Востоке только в Приморском крае. В 2016 г. на 120 рыбоводных участках площадью 20,4 тыс. га были зарегистрированы 56 предприятий. Произведенная хозяйствами продукция подразделяется в отчетной документации на выращенную (находящуюся в воде) и реализованную (добытую на рыбоводных участках). В 2014 и 2015 гг. выращено, соответственно, 5,736 и 4,942 тыс. т продукции, но добыто (реализовано) – 1,092 и 1,175.

Термин «выращенная продукция» означает сумму биомасс культивируемых организмов первого, второго и более лет жизни, находящихся в воде. Но «выращенная продукция» (к моменту превращения ее в товарную) может значительно уменьшиться или вовсе исчезнуть в результате браконьерского вылова, выживаемости гидробионтов, технологических проблем и перераспределения организмов на дне в случае пастбищного выращивания. При этом учтенная в текущем году, но не добытая биомасса аквакультурантов, повторно учитывается в следующем году, создавая в отчетах иллюзию динамичного роста продукции. Реальную картину производственной деятельности хозяйств отражает только получение товарной продукции, т. е. биомассы культивируемых видов, добытой на рыбоводном участке, реализованной в живом или переработанном виде в каждом конкретном году. Эта характеристика использовалась в нашем дальнейшем анализе.

В 2011–2015 гг. продукция приморских хозяйств увеличивалась и в 2014 г. превысила тысячу тонн (табл. 1). Значительную ее долю (до 73% в 2012 г.) составляла ламинария (сахарина) японская (*Saccharina japonica*). Продукция двустворчатых моллюсков (*Mizuhopecten yessoensis*, *Mytilus trossulus*, *Crassostrea gigas*) и трепанга *Apostichopus japonicus* изменялась в пределах 130–400 т, и превысила 600 т только в 2015 г. (табл. 2).

Таблица 1

Объем товарной продукция хозяйств марикультуры в Приморском крае

Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Товарная продукция, т	559,73	806,77	173,56	1092,92	1175,0	200,0 (январь – май)

Таблица 2

Объем товарной продукции ламинарии и беспозвоночных (моллюсков, трепанга)

Товарная продукция, т	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Общая*	559,73	806,77	173,56	1071,00	1121,00
Ламинария	167,67	589,15	40,13	844,00	472,00
Беспозвоночные	392,06	217,62	133,43	227,00	649,00

\* без учета рыбопосадочного материала

Применяемые технологии культивирования позволяют получать посадочный материал для выращивания товарных гидробионтов в количестве, соответствующем уровню естественного воспроизводства видов. Интенсивность оседания спата на коллекторы и количество получаемого посадочного материала значительно изменяются от года к году. В результате современное производство молоди гребешка в Приморье находится на невысоком уровне и подвержено значительным рискам. Получение спата тихоокеанской устрицы еще более проблематично из-за малочисленности районов, где возможен его сбор. В искусственных условиях производится только молодь дальневосточного трепанга, мощность современных предприятий составляет порядка 20 млн мальков в год.

Возможность применения экстенсивных технологий получения спата моллюсков была оценена на юге Сахалино-Курильского района [3, 4]. Так как существующие методы культивирования могут быть адаптированы к местным условиям, созданы полноцикличные хозяйства для разведения приморского гребешка. Но эти же исследования показали еще более высокий уровень рисков при производстве работ по технологиям получения спата в природных условиях.

В настоящее время рост товарной продукции марикультуры на Дальнем Востоке сдерживается применением экстенсивных технологий получения посадочного материала, использованием устаревших технических средств и плавсредств на плантациях, недостатком инженерных решений. Негативно влияет в последние годы и значительный рост цен на материалы и оборудование для марикультуры. Обустройство 0,2 га плантации для сбора молодежи гребешка в 2015 г. стоило почти 600 тыс. руб., что на 33% превысило аналогичные затраты в 2011 г. Необходимо отметить и отсутствие научно-исследовательских работ по совершенствованию технологий и техническому переоснащению отрасли, что не позволит существенно увеличить объемы товарного выращивания. Следовательно, современная дальневосточная марикультура – это производство в ограниченных объемах (около 1 тыс. т) деликатесной продукции с использованием преимущественно экстенсивных технологий и слабо развитой научно-технической базой.

*Приоритетные задачи и направления развития марикультуры.* Приоритетными задачами развития марикультуры Дальнего Востока в ближайшие годы являются: определение доступных и подходящих районов для создания плантаций, оценка площадей на выбранных акваториях, пригодных для культивирования того или иного вида; выбор и обоснование основных направлений производства для роста продукции отрасли; обоснование реальных объемов продукции марикультуры на Дальнем Востоке.

Пригодность акваторий в марикультуре определяется рядом требований, в т. ч. отсутствием в этих районах промысловых скоплений и промысла водных биологических ресурсов, природоохранных акваторий, портов, а также наличием социально-экономических условий (заселенность береговых районов, производственная инфраструктура и пр.). Сейчас в качестве марикультурных зон могут рассматриваться многие районы побережья Приморья и некоторые акватории на юге Сахалинской области. Однако значительная их часть отведена для нужд военно-промышленного комплекса и рыбопромысловой деятельности. В Приморье для марикультуры используются акватории, глубина которых менее 20 м, что соответствует особенностям технологий. Площадь таких акваторий составляет 256,2 тыс. га. Существующие участки марикультуры занимают 20,4 тыс. га, сформировано и подготовлено для аукциона еще около 15 тыс. га. Реальная площадь акваторий для будущих участков составляет только 60–90 тыс. га. Но для оценки возможности их использования необходимо проведение научно-исследовательских работ, финансирование которых пока не планируется.

Основным направлением марикультуры на Дальнем Востоке в ближайшие годы останется культивирование двустворчатых моллюсков. Практика последних лет обозначила проблемы этого направления: нехватка и не стабильность получения посадочного материала для гребешка и устрицы; низкая продуктивность плантаций основного объекта – приморского гребешка; ограничение объемов производства мидии из-за отсутствия перерабатывающего производства, ее ручная обработка трудозатратна и малоэффективна. Последние десять лет в Приморье развивается культивирование трепанга. Современные возможности заводского получения молодежи –18–20 млн мальков только трепанга, 19 и 16 млн молодежи получено в 2014 и 2015 гг., соответственно. Последние исследования показывают, что товарное выращивание трепанга будет ограничено еще и емкостью природных биотопов для расселения молодежи.

В ближайшее время увеличение хозяйств для производства водорослей вряд ли будет оправданно. Природные запасы ламинарии в настоящее время превышают запросы промышленности и недоиспользуются на 50 и более процентов. Некоторые предприятия, выпускающие продукцию на основе ламинарии, создают ее марикультурные плантации из-за удаленности районов промысла и существенных затрат на добычу. Вместе с тем технологии разведения ламинарии хорошо отработаны, и быстрый рост объемов ее производства (при необходимости) будет зависеть только от соответствующего финансирования.

*Прогнозируемые объемы продукции.* В отраслевой программе Росрыболовства РФ запланировано получение 16,74 тыс. т продукции марикультуры в Приморском крае к 2020 г. Однако вряд ли эти объемы соответствуют современному уровню развития марикультуры в регионе. Для их достижения необходимы соответствующие трудовые ресурсы, площади плантаций, объемы инвестиций. Выполненные расчеты показали, что для достижения индикаторных показателей, заявленных в программе, в 2016 г. необходимо было в пять раз увеличить численность работающих в хозяйствах марикультуры и в 2,2 раза нарастить площади плантаций. Недостаточна на современном этапе и финансовая поддержка хозяйств.

Более реалистичными представляются оценки получения возможной продукции с учетом условий и достижений сегодняшнего дня. Сценарий развития марикультуры, при котором к 2020 г.

объем реализованной продукции увеличится почти в два раза и составит около 2 тыс. т, является вполне реальным, хотя и пессимистичным. Необходимые условия для получения 2 тыс. т продукции – это увеличение на 25% кадрового состава и в три раза – объемов посадочного материала. В расчетах по этой схеме учтено, что рост продукции будет поступательным, а работа существующих хозяйств – устойчивой. Увеличатся затраты на производство посадочного материала для гребешка и успех работы хозяйств во многом будет зависеть от их финансовой поддержки – субсидий, которые необходимо увеличить как минимум на 15–20% в год. Оптимистичный сценарий развития марикультуры в Приморье, при котором ее продукция возрастет до 5 тыс. т к 2020 г., возможен в случае резкого увеличения ежегодного производства спата приморского гребешка (до 180 млн экз.) и организации его садкового выращивания начиная с 2017 г. При таком значительном увеличении объемов производства существенно возрастут ежегодные затраты, а в 2017 г. вырастут объемы капитальных вложений из-за резкого увеличения площадей садковых и коллекторных установок. Это потребует увеличения и субсидий, и объемов кредитования для предприятий.

Развитие событий в рамках оптимистичного сценария, как и перспективы роста отрасли до 2025 г., будет зависеть от финансовых возможностей предприятий марикультуры края и государственной поддержки. При сохранении производства спата гребешка на уровне 180–200 млн экз. в год и ежегодном росте продукции в дальнейшем на 15%, к 2025 г. может быть получено около 10 тыс. т продукции марикультуры. Однако при этом на предприятиях должно трудиться около 2500 человек, и необходимо увеличить площадь плантаций до 45 тыс. га. Такая масштабная работа (по оптимистичному сценарию) невозможна без координации действий всех хозяйств края, например через Ассоциации предприятий марикультуры.

*Выводы.* Объемы производства продукции марикультуры в Приморском крае составляют немногим более 1 тыс. т. Основными объектами культивирования являются валютыемкие виды гидробионтов. Существенная часть продукции марикультуры относится к категории деликатесной или категории высококачественного сырья для фармакологической промышленности, значительная доля которой предназначена для экспорта.

Наиболее перспективными районами для развития марикультуры на Дальнем Востоке в ближайшее время будут Приморье и юг Сахалина, приоритетный район – побережье Приморского края. Развитие отрасли в Сахалинской области сдерживается занятостью прибрежной полосы рыбопромысловыми участками и занятостью населения в прибрежном рыболовстве.

Основным направлением, способным обеспечить существенный рост продукции марикультуры, является культивирование двустворчатых моллюсков.

Объемы производства продукции, запланированные в отраслевой программе, не соответствуют современному уровню развития марикультуры в Приморском крае. Для их получения в регионе пока отсутствуют необходимые производственные мощности (современные центры производства посадочного материала, садковые выростные комплексы, индустрия создания искусственных рифов), материальная база научно-исследовательских работ, трудовые ресурсы, источники долговременного финансирования (кредитования).

Развитие марикультуры будет зависеть от финансовых возможностей предприятий Приморского края и государственной поддержки отрасли (субсидий, целевого финансирования, налоговых льгот и т. д.). Рост производства продукции требует долговременных инвестиций при значительных экономических рисках. До настоящего времени не сформированы механизмы кредитования отрасли, не разработана методика оценки экономических рисков.

### Литература

1. Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 г. – М.: Минсельхоз России, 2007. – 19 с.
2. Отраслевая программа «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015–2020 годы», 2014 г.
3. Кучерявенко А.В., Гаврилова Г.С., Ляшенко С.А., Сухин И.Ю., Викторовская Г.И. Перспективы культивирования приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в заливе Анива (Охотское море) // Изв. ТИНРО. – 2006. – Т. 147. – С. 374–384.
4. Опыт воспроизводства приморского гребешка у острова Кунашир (Охотское море) в 2006 г. // Рыбное хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 88–90.

УДК 639.29:582.272.46(265.546)

**А.А. Дуленин**

*Хабаровский филиал Тихоокеанского  
научно-исследовательского рыбохозяйственного Центра (ХфТИНРО),  
Хабаровск, 682800  
e-mail: dulenin@mail.ru*

### **ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САЛАЗОЧНОЙ ВОДОРΟΣЛЕВОЙ ГРЕБЕНКИ НА ПРОМЫСЛЕ САХАРИНЫ ЯПОНСКОЙ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА**

Опыт использования салазочной водорослевой гребенки в 2001–2007 гг. показал, что в отличие от применявшихся ранее на Курилах норвежских драг – фиктенов, орудие обеспечивает щадящий селективный промысел. Повреждения и потери слоевищ были минимальны. Воспроизводство водорослей на участках промысла проходило успешно. Необходимо внесение изменений в действующие Правила с целью отмены запрета на использование гребенок подобной конструкции.

**Ключевые слова:** северо-западная часть Татарского пролива, сахарина японская, промысел, салазочная водорослевая гребенка

**A.A. Dulenin**

*Khabarovsk Branch of the Pacific Fisheries Research Center,  
Khabarovsk, 682800.  
e-mail: dulenin@mail.ru*

### **POSITIVE EXPERIENCE OF SACCHARINA JAPONICA HARVESTING WITH THE SLED DREDGE IN THE NORTHWESTERN TATAR STRAIT**

The experience of the sled kelp dredge using in 2001–2007 was analyzed. Unlike previously used in the Kuriles Norwegian dredges named fiktens, the sled dredge provides gentle and selective harvesting. Damage and loss of thalli was minimal. The reproduction of algae in the harvesting areas was successful. It is necessary to amend the existing fishing rules to abolish the ban on the use of similar design dredges.

**Key words:** the northwestern Tatar Strait, *Saccharina japonica*, harvesting, the sled kelp dredge.

Запасы промысловых ламинариевых водорослей дальневосточных морей России в настоящее время оцениваются как минимум в 3 млн т [1, 2], в то время как объемы добычи составляют 5–6 тыс. т ежегодно. На фоне низких закупочных цен развитию промысла препятствует отсутствие дешевых и высокопроизводительных способов добычи. Традиционный промысел канзой очень трудоемок и относительно малопроизводителен, а водолазный способ дорог. В связи с этим представляется актуальным поиск механизированных способов добычи, способных снизить ее себестоимость.

Весьма перспективным в этом отношении представляется использование тралящего орудия, названного салазочной гребенкой (рис., б, е). Ранее автор уже приводил краткие сведения о промысле гребенкой [3], однако поскольку в последние два года вопросы рационализации водорослевого промысла активно обсуждались представителями промышленности и специалистами-альгологами, имеет смысл дать развернутую характеристику орудия, осветив наиболее существенные аспекты его использования.

В настоящее время использование гребенок на промысле водорослей запрещено Правилами рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (п. V.18.13) [4]. Введение запрета было связано с тем, что ранее на Курилах запасы морской капусты были подорваны в результате варварского промысла при помощи модифицированных норвежских водорослевых

драг – фиктенов (рис., ж, з), которые не были должным образом апробированы [5]. В связи с этим в настоящей работе характеристики конструкции салазочной гребенки и особенности ее использования даны в сравнении с теми же характеристиками фиктенов.



а



б



в



г



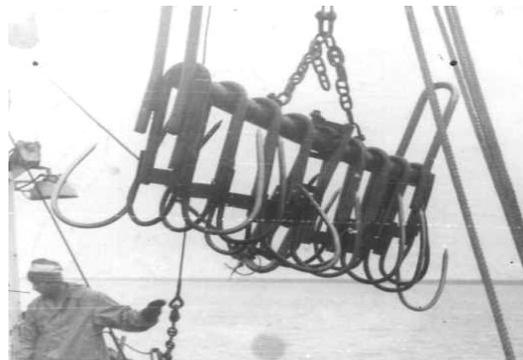
д



е



ж



з

а – промысловый бот, б – салазочная водорослевая гребенка, в – подготовка к тралению, г – траление водорослей, д – подъем гребенки, е – освобождение гребенки от собранных водорослей, ж, з – модификации фиктенов [из: 5]

Промысел сахарины японской при помощи салазочной гребенки осуществляло у побережья Татарского пролива одно из рыбодобывающих предприятий Хабаровского края в период 2001–2007 гг. Водоросли добывали с борта маломерного плоскодонного бота (рис., а) на глубинах от 2 до 6 м.

Салазочная водорослевая гребенка представляет собой стальные салазки, оснащенные рядом направленных вперед прямых стальных прутьев (рис., б). Ширина орудия – 1,2 м. Длина салазок – 0,7–0,8 м, длина прутьев – 0,5–0,6 м, расстояние между прутьями – 8–10 см, высота расположения прутьев над грунтом – 10–12 см.

Протяженность траления гребенкой составляла от 50 до 100 м, время траления – от 1 до 3 минут при скорости от 1,3 до 3 узлов. Затем гребенку поднимали при помощи кран-балки и освобождали от добытых водорослей. Рабочий цикл, включая спуск орудия, маневры, траление, подъем и разбор улова, занимал от 10 до 15 мин. При хорошей погоде в течение рабочего дня выполняли от 30 до 50 рабочих циклов. Улов за одно траление составлял от 200 до 300 кг сахарины японской. За рабочий день добывали от 6 до 10 т. Добытчики были заинтересованы в том, чтобы сократить время тралений и маневров и выполнить в течение дня как можно больше рабочих циклов. Объем добычи в течение сезона составлял в разные годы от 150 до 500 т.

Характер грунта и наличие зарослей определяли по эхолоту. Мощность и характер зарослей хорошо просматриваются на экране современных эхолотов. Поселения сахарины легко отличимы от поселений фукусовых водорослей и морских трав. Это делает эхолот необходимым инструментом промысловой разведки при добыче водорослей. Кроме того, поскольку промысел проходил на малых глубинах, наличие и характер зарослей в большинстве случаев можно было оценить визуально с поверхности. Это позволяло вести селективную добычу водорослей исключительно на зарослях промысловой мощности (при проективном покрытии дна сахаринной японской более 60% и ее удельной биомассе более 5 кг/м<sup>2</sup>).

Координаты и треки тралений записывали при помощи спутникового навигатора. Это позволяло избежать тралений на одном и том же месте. Каждое последующее траление выполняли заведомо на некотором расстоянии от предыдущего. Таким образом, добычу вели в режиме череполосицы – дорожки тралений сменялись нетронутыми полосами, причем площадь нетронутых полос была заведомо больше, чем площадь салазочных дорожек.

Применение салазочных гребенок в сочетании с современными навигационными инструментами при стремлении промысловиков к максимально эффективной добыче обеспечивали весьма щадящий, прицельный режим эксплуатации зарослей. По нашим оценкам, изымалось не более 20% промыслового запаса на участке. Попадание в драгу посторонних видов растительности было сведено к минимуму. Промысловики избегали потерь времени, связанных с сортировкой улова, поэтому тщательно выбирали участки монодоминантных поселений двухлетней сахарины японской промысловой мощности. Таким образом, существенное воздействие на поселения других видов растительности при промысле сахарины гребенкой было практически исключено.

Промысел при помощи салазочной гребенки происходил на одних и тех же участках из года в год [3]. Заросли в районе, где вели добычу, располагаются в виде пояса на глубинах от 2 до 6 м. Ширина пояса от 100–250 м при протяженности 7,5 км в виде одного или нескольких участков плотных зарослей. Для района характерна смена генераций с преобладанием взрослых промысловых слоевищ сахарины японской в четные годы и первогодних непромысловых в нечетные. Заросли двухлетней генерации сахарины японской имели проективное покрытие от 50 до 90%. Удельная биомасса в зарослях такой мощности для прибрежной формы сахарины японской составляла от 5 до 9, в среднем 8 кг/м<sup>2</sup>. Промысловый запас в районе промысла в разные годы составлял от 4,4 тыс. т на 55 га до 7,9 тыс. т на 113 га. Эти показатели наблюдались каждый урожайный год независимо от наличия промысла в районе. Так, в 2006 г., когда велся промысел, запас был оценен в 6,8 тыс. т. В следующий после промысла урожайный 2008 г. запас достиг максимума – 7,9 тыс. т. Таким образом, в отличие от фиктенов, многолетний промысел водорослевой гребенкой на одном участке не оказал заметного влияния на воспроизводство сахарины японской. Нарушений естественной структуры сообществ за годы промысла не выявлено, а колебания запаса были обусловлены естественной сменой генераций сахарины японской.

Как любое орудие, салазочная гребенка имеет известные ограничения своего применения, связанные с ее конструктивными особенностями. Она хорошо показала себя при работе на галечных и мелковалунных грунтах, однако ее использование на крупновалунных грунтах и глыбовых навалах затруднено либо невозможно.

Рассмотрим, с чем связана разница в результатах промысла салазочной гребенкой и фиктенами. Прежде всего, габариты гребенки в два раза меньше применявшихся на Курилах фиктенов, что само по себе способствует более щадящей эксплуатации зарослей.

Негативное воздействие фиктенов на поселения водорослей было связано с их конструктивными недоработками (см. рис., ж, з). Редко и высоко расположенные металлические прутья рвали слоевища водорослей, а крючья перепахивали субстрат. Конструкция гребенки лишена этих недостатков. Поскольку она монтируется на узких салазках, то при движении по водорослевым поселениям промысловой мощности орудие перемещается по поверхности слоевищ, мало соприкасаясь с грунтом. Даже при отсутствии растительности салазки скользят по поверхности грунта, не зарываясь и не переворачивая его. Прямые прутья направлены вперед и в отличие от фиктенов никогда не зарываются в грунт. Это обеспечивает минимальное повреждающее воздействие на донные биоценозы во время использования орудия.

Также в отличие от фиктенов прутья салазочной гребенки монтируются низко, на высоте черешков, т. е. на уровне наиболее узких и прочных участков талломов, между пластинами и ризоидами. Благодаря этому гребенка не рвет и не повреждает пластинчатую часть растений.

Значительная часть слоевищ, попавших между широко расставленными прутьями фиктенов, терялась. Однако расстояние между прутьями гребенки намного меньше ширины взрослых слоевищ сахарины японской (15–25 см) и диаметра ее ветвящихся ризоидов (15–20 см). Благодаря этому во время работы гребенки черешки водорослей набиваются между прутьями, а широкие слоевища и ризоиды фиксируют растения, препятствуя их выскальзыванию. При движении гребенки ризоиды срываются с грунта. Растения застревают между прутьями, пока гребенка не оказывается полностью заполненной водорослями. Здесь необходимо заметить, что принцип работы гребенки сходен с принципом работы канзы – наиболее щадящего инструмента добычи водорослей. При работе обоих орудий слоевища вместе с черешками и ризоидами срываются с субстрата, застревая между близко расположенными движущимися прутьями. Как и в случае с канзой рабочий цикл гребенки заканчивается, когда пространство между прутьями заполняется слоевищами ламинарии. Различие в работе гребенки и канзы состоит в том, что прутья канзы совершают в рабочем цикле круговые движения, а прутья гребенки – линейные.

В Приморье в конце XIX – первой половине XX вв. объемы добычи ламинарии при помощи канзы достигали десятков тысяч тонн в пересчете на сырую массу [6, 7]. Высокие объемы добычи сохранялись в течение десятилетий. Таким образом, промысел не приводил к подрыву запасов. Это позволяет сделать вывод, что широкомасштабное использование орудия добычи, работа которого основана на том же принципе, не приведет к отрицательным последствиям. Салазочная гребенка, как и канза, обеспечивает биологически оптимальный режим изъятия водорослей, когда грунт сразу освобождается от добытых растений. В этом смысле применение гребенки лучше, чем срезание водорослей при водолазной добыче, когда ризоиды, черешки или части слоевищ остаются на грунте.

После заполнения водорослями гребенка свободно скользит поверх слоевищ, не касаясь грунта. Момент полного заполнения гребенки определяют по уменьшению сопротивления ее движению. С этого момента траление прекращают и начинают подъем гребенки. Благодаря этому исключается еще один недостаток фиктенового промысла – долгие непроизводительные траления. Дело в том, что заполнение фиктенов, по сведениям Н.В. Евсеевой [5], происходило в течение 2–5 мин траления. Однако суда, часто работая «вслепую», протаскивали фиктены по дну не менее 10–20 мин, что приводило к значительным потерям водорослей, образующих так называемые «плавающие скопления». В настоящее время применение современного навигационного оборудования, как показано выше, способно полностью исключить такого рода непроизводительные маневры. Кроме того, поскольку при работе гребенкой водоросли хорошо удерживаются между прутьями, при коротких тралениях их потери минимальны и сопоставимы с потерями при водолажном промысле. Как показали выполненные наблюдения, теряется не более 10% слоевищ.

Вообще, негативные последствия промысла на Курилах, помимо несовершенства орудий лова, были связаны и с его нерациональной организацией. Множество судов, принадлежащих разным предприятиям, вели промысел на одних и те же поселениях до их полного истощения, сроки промысла нарушались [5]. В настоящее время с введением практики закрепления рыбопромысловых участков на длительный период времени за конкретными пользователями такая ситуация вряд ли возможна. Как правило, пользователи не допускают на свои участки посторонних добыт-

чиков. Кроме того, поскольку пользователь заинтересован в получении максимального устойчивого улова со своего участка в течение всего срока пользования, откровенно истощительный подход к промыслу (по крайней мере, в отношении водорослей) практически исключен. Современная система регулирования хозяйственных отношений в сфере прибрежного промысла стимулирует более рациональное использование водных биоресурсов со стороны пользователей. Такая система в определенной степени служит гарантией того, что катастрофическая ситуация, складывавшаяся на промыслах водорослей в конце 80–90 гг. XX в. едва ли повторится в будущем.

Таким образом, салазочная водорослевая гребенка – безопасное и высокоэффективное орудие, обеспечивающее селективную добычу сахарины. Она лишена недостатков, присущих ранее применявшимся модификациям норвежских драг – фиктенов. В связи с этим целесообразно внести в действующие Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна изменения, разрешив использование для добычи ламинариевых водорослей салазочные водорослевые гребенки, оснащенные прямыми захватывающими прутьями, расположенными на высоте не менее 10 см над поверхностью грунта. Поскольку сведения о работе орудия уже были опубликованы в открытой печати [3], патентная работа для оформления его в качестве изобретения не требуется.

### Литература

1. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. – 243 с.
2. Блинова Е.И. Водоросли-макрофиты и травы дальневосточных морей России (флора, распространение, биология, запасы, марикультура). – М.: Изд-во ВНИРО, 2014. – С. 46–65.
3. Дуленин А.А. Ресурсы и распределение промысловых макрофитов западной части Татарского пролива (в пределах Хабаровского края) // Изв. ТИНРО. – 2012. – Т. 170. – С. 17–29.
4. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Приказ Минсельхоза России от 21.10.2013 № 385 (ред. от 08.07.2016 г.) "Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна" (Зарегистрировано в Минюсте России 23.01.2014 № 31100).
5. Евсеева Н.В. Макрофитобентос прибрежной зоны южных Курильских островов: состав, распределение и ресурсы: Дис. ... канд. биол. наук. – М.: ВНИРО, 2009. – 172 с.
6. Зинова Е.С. Морская капуста (*Laminaria*) и другие водоросли, имеющие промысловое значение // Изв. ТОНС. – 1928. – Т. 1. – Вып. 1. – С. 77–142.
7. Жариков В.В. История промысла ламинарии японской (морской капусты) у берегов Приморья // Вестник ДВО РАН. – 2001. – № 4. – С. 125–138.

УДК 574.62:582.272(265.5)

**Н.В. Евсева**

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

## **К ВОПРОСУ О РАЦИОНАЛЬНОМ ПРОМЫСЛЕ ЛАМИНАРИЕВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ САХАЛИНО-КУРИЛЬСКОГО РЕГИОНА**

Сахалино-Курильский регион считается одним из богатейших как по видовому составу альгофлоры, так и по объему ресурсов промысловых и потенциально промысловых водорослей на российском Дальнем Востоке. Общий запас промысловых ламинариевых водорослей превышает 716 тыс. т. При промысле наибольшее внимание следует уделять выбору орудия лова и последующим мелиоративным мероприятиям.

**Ключевые слова:** ламинариевые водоросли, сахарина, ресурсы, промысел, Сахалино-Курильский регион.

**N.V. Evseeva**

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

## **TO THE PROBLEM OF RATIONAL FISHERY OF LAMINARIA ALGAE IN SAKHALIN AND KURIL REGION**

The Sakhalin and Kuril region is one of the richest in species composition of seaweeds and in volume of harvesting seaweed and potential harvesting seaweed in the Far East. The total stock of commercial luminaria algae exceeds 716 thousand tons. During fishing the greatest attention should be paid to the choice of fishing gear and reclamation measures.

**Key words:** laminaria algae, saccharina, resources, fishery, Sakhalin and Kuril region.

В дальневосточных морях России промысел водорослей проводится только в южных регионах (юг Приморья и Сахалинская область). В разные периоды здесь осуществлялся промысел водорослей, который существенно повлиял на уровень промысловых запасов. Так, у берегов Приморья добыча ламинариевых проводилась с начала XIX века. Если до 1900 г. ее объем превышал 240 тыс. т, то к настоящему времени он снизился до 0,2–2 тыс. т [1, 2]. Сахалино-Курильский регион считается одним из богатейших как по видовому составу альгофлоры, так и по объему ресурсов промысловых и потенциально промысловых водорослей. Нужно учитывать, что регион в целом, и южные Курильские острова в частности, – это уникальный альгофлористический район, расположенный на стыке высоко- и низкобореальной подзон с особым гидрологическим и термическим режимами, который характеризуется широким видовым разнообразием макрофитобентоса. Здесь распространены и образуют мощные заросли узкоареальные эндемы Северо-Западной Пацифики, такие как *Cymathere fibrosa*; *Saccharina kurilensis*, *Saccharina angustata* *Saccharina gyrata*, *Arthrothamnus kurilensis*.

В связи с этим чрезвычайно важной является выработка рекомендаций по рациональной эксплуатации ресурсов промысловых и потенциально промысловых ламинариевых водорослей, что и являлось целью данной работы.

### **Результаты и их обсуждение**

У южного Сахалина промысел сахарины японской проводится в Татарском проливе и в заливе Анива. В книге «Очерк русского рыболовства (промысел различных водяных животных)

(1902) И.Д. Кузнецов писал: «Кроме Японского моря морская капуста добывается в Татарском проливе. Промыслом ея у берегов Сахалина давно уже (с 1864 г.) занимается русский промышленник Я.Л. Семенов, последние годы совместно с Г.Ф. Демби. Фирмой этой ежегодно отправляется в Китай от 170 до 200 тысяч пудов капусты, ценою по 50-60 к. за пуд.» [3, с.68]. В последние годы наблюдается тенденция к росту объемов вылова. С учетом ежегодных флуктуаций запаса можно считать, что ресурсы находятся в удовлетворительном состоянии и серьезных изменений не претерпели. Запас сахарины японской превышает 61 тыс. т., причем у юго-западного Сахалина промысловый запас составляет порядка 16 тыс. т, а в зал. Анива около 45 тыс. т [4]. Однако если рассматривать вылов по районам промысла, то можно обнаружить, что у юго-западного Сахалина в традиционном районе промысла (м. Тукотан – р. Шебунинка) часто наблюдается перелов. В 2007 г. он составлял более 300% от рекомендованного возможного вылова.

Освоение ресурсов ламинариевых водорослей южных Курильских островов активно происходило в те годы, когда острова находились под юрисдикцией Японии. Известно, что на о. Хоккайдо (острова Малой Курильской гряды административно входили в округ Немуро о. Хоккайдо) объем ламинариевых водорослей, добытых в 1940 г., составлял около 80 тыс. т в воздушно-сухом весе, т. е. около 560 тыс. т сырца [5]. Первые данные об объемах добычи Советским Союзом ламинариевых водорослей у Малых Курил относятся к 1974 г.

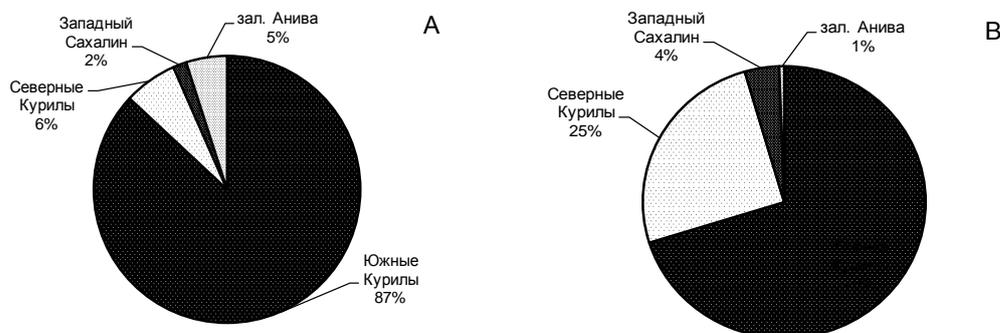
С начала 1980-х гг. вылов ламинариевых водорослей здесь увеличился до 3,6 тыс. т. Добыты они были в большей степени в прибрежье о. Зеленый. В 1984 г. их вылов составлял 6 тыс. т, а в 1986 г. – уже 9,2 тыс. т. Несмотря на это, до 1986 г. промысел не оказывал заметного влияния на величину ресурсов ламинариевых. В 1987–1992 гг. здесь был проведен промысел фиктенами. Вылов ламинариевых водорослей составлял: 40,6 тыс. т в 1987 г. и 56,5 тыс. т в 1988 г. – максимальные значения вылова за всю историю советского промысла водорослей в этом районе.

В 1989 г. было отмечено снижение запасов на всех участках. По этой причине в 1990 г. был введен запрет на промысел ламинариевых водорослей у островов Малой Курильской гряды. Отсутствие промысла постепенно привело к восстановлению исходного состояния зарослей промысловых водорослей. Однако срок восстановления зарослей (14 лет) оказался довольно продолжительным [6]. В среднем за период применения фиктенов в 1987–1992 гг. ежегодное освоение ОДУ составило 26,3% (13,5–62,8), при этом запасы ламинариевых водорослей в прибрежье островов Малой Курильской гряды за тот же период снизились на 89,5% (с 446,0 тыс. т в 1986 г. до 46,7 тыс. т в 1992 г.).

В настоящее время общая биомасса промысловых ламинариевых водорослей в прибрежной зоне южных Курильских островов составляет 593 тыс. т. Объем запасов перспективных для промысла видов бурых водорослей ориентировочно оценивается в 540 тыс. т. Промысел ламинариевых водорослей здесь до настоящего времени практически не возобновился. Освоение выделенных квот в последние десятилетия не превышает 1%.

В прибрежной зоне северных Курильских островов общая биомасса сахарины Бонгарда насчитывает 62,4 тыс. т. Однако ее промысел здесь не ведется с 2008 г. [4, 7].

Таким образом, промысловый запас добываемых ламинариевых водорослей в Сахалино-Курильском регионе насчитывает свыше 390 тыс. т, а к промыслу рекомендуется порядка 117 тыс. т (рис.).



Соотношение запасов промысловых (А) и перспективных (В) видов ламинариевых водорослей по участкам в Сахалино-Курильском регионе

Марикультура промысловых видов водорослей при таком низком уровне освоения промысловых квот, слабой заинтересованности добывающих организаций и фактическом отсутствии перерабатывающих предприятий представляется нерациональной идеей [8]. Состояние естественных ресурсов наших морей позволяет получать как пищевую, так и технологически обработанную продукцию в достаточных объемах. В настоящее время наиболее важным представляется разработка принципов рационального использования естественных ресурсов. Выбор участков промысла водорослей должен основываться на фитоценотической характеристике и продукционных показателях зарослей. В поселениях промысловый вид должен доминировать в своем ярусе. Биомасса промыслового вида не может насчитывать менее  $1 \text{ кг/м}^2$ . Проективное покрытие должно быть от 50 до 100%.

Наибольшее внимание при организации промысла водорослей следует уделять выбору орудия лова. В настоящее время российские рыбаки проводят промысел канзами и при помощи водлазов. При этом сетуют на низкую производительность ручных орудий лова. Низкая эффективность, по нашему мнению, определяется не производительностью данных орудий лова, а связана, прежде всего, с низкой стоимостью водорослевого сырья по сравнению с довольно дорогими валютоемкими объектами. При этом в большинстве стран мира, добывающих водоросли, успешно применяют именно ручной сбор, который сохраняет промысловые ресурсы и оказывает минимальное воздействие на заросли водорослей [9]. Среди активно использующих механизированные способы добычи можно указать Норвегию и Францию [10].

Как пример эффективности ручного сбора водорослей при помощи канзы, можно вспомнить историю промысла ламинарии в Приморье, где до 1905 г. ежегодно канзами вылавливалось до 250 тыс. т. Совершенно не используются нашей промышленностью береговые выбросы, объем которых бывает довольно значительным. При этом затраты на сбор береговых выбросов существенно ниже.

Неоднократные попытки механизировать промысел водорослей в России чаще всего приводили к подрыву их ресурсов. Так, в Баренцевом море в 1985 г. были испытаны добывающие устройства (драги) нескольких видов по типу норвежских драг. Было установлено, что все они имеют одни и те же недостатки: негативно воздействуют на донный субстрат и допускают большое количество промысловых потерь [11, 12]. Похожая ситуация наблюдается и в Белом море [13], где также наряду с ручным ловом существует и механизированная добыча драгами [14]. В некоторых районах такое изменение привело к подвижкам мягких грунтов и замыванию камней. В итоге на Белом море были выявлены следующие изменения: уменьшилась плотность распределения в зарослях ламинариевых водорослей, продолжились процессы подвижки песчаного грунта, увеличилась степень разреженности зарослей и появилось большое количество песчаных проплешин преимущественно в районах открытых акваторий, также изменились границы распределения зарослей по глубинам, уменьшилась плотность зарослей на глубинах 7–10 м [15].

Негативное воздействие на ресурсы водорослей промысла фиктенами у островов Малой Курильской гряды описано уже достаточно подробно [6, 16].

В 2016 г. возник вопрос о применении еще одного орудия промысла – полужесткого подсекателя, который впервые появился в Правилах рыболовства в 1989 г. как разрешенное орудие лова для добычи ламинарии на глубинах свыше 15 м [17]. До настоящего времени он в ходе промысла не применялся, однако до сих пор остается в Правилах рыболовства как разрешенное орудие лова. Судя по имеющимся у нас данным апробирование подсекателя и оценка его воздействия на поселения ламинариевых водорослей не проводились. Не был проведен и мониторинг восстановления зарослей после промысла как минимум в течение двух лет. К тому же применение срезающих орудий лова дополнительно требует проведения зачистки грунта от оставшихся ризоидов и черешков [18]. Возврат камней и мелиоративные мероприятия на участках промысла, проводимые для очистки каменистого субстрата от ризоидов и черешков, имеют огромное значение для сохранения ресурсов. Это основа для прикрепления спор и формирования будущих зарослей. Кроме того, прибрежные заросли водорослей не позволяют распространяться рыхлым песчаным грунтам в мелководную зону. Особенно это актуально для южных Курильских островов, где большая часть акватории занята песками.

Применение орудий механизированного лова различной степени сложности должно быть обосновано и тщательно исследовано в ходе мониторинга именно на участках промысла. При

этом должны учитываться биологические особенности вида, ценоотические характеристики зарослей и топоческие условия (особенности грунта и рельефа, характер и направление основных течений, роза ветров).

Несмотря на негативный опыт механизации промысла водорослей, нужно отметить, что в этом направлении есть и положительные примеры. В частности, в Хабаровском крае модернизировали водорослевую гребенку, что позволило минимизировать воздействие на структуру и скорость воспроизводства зарослей сахарины японской [19]. В данном случае при промысле были учтены три важных условия: небольшая ширина гребенки (1,2 м), не позволяющая уничтожать значительные по площади поселения, изъятие водорослей в мелководной части зарослей (глубины промысла до 6 м), разработанная и контролируемая тактика промысла (использование эхолота и GPS-навигатора, что позволяло вести селективную добычу) [20]. Все это наглядно подтверждает, что для каждого орудия лова и для каждого участка побережья с промысловыми зарослями должна быть выработана своя стратегия промысла. Причем учитываться должны как биологические, так и эдафические факторы. Только так возможно минимизировать воздействие промысла и сохранить естественные запасы водорослей.

### Заключение

Таким образом, при организации промысла ламинариевых водорослей необходимо учитывать следующее:

1. При выборе орудий промысла ламинариевых водорослей предпочтение должно отдаваться ручным орудиям лова как селективным и минимально воздействующим на заросли. Использование драгирующих орудий лова, перепахивающих субстрат, недопустимо. Внедрение на промысле ламинариевых водорослей любых механических орудий лова должно сопровождаться указанием технических характеристик орудия, принципа его воздействия на водоросли и субстрат, периодичность его применения на участках для успешного восстановления ресурсов. Все эти позиции должны быть проработаны в ходе апробации и последующего мониторинга восстановления зарослей.

2. Глубины добычи водорослей не должны превышать 10 м, оптимальными для промысла считаются глубины 1–5 м, где сосредоточены основные промысловые ресурсы.

3. При промысле необходимо отделение камней от ризоидов и возвращение камней обратно на участки промысла (очистка субстрата важно для оседания спор нового поколения, что весьма актуально с учетом распространения непригодного для водорослей песчаного грунта с глубоководных участков). При подрезании водорослей водолазами необходима дальнейшая очистка субстрата от черешков и ризоидов.

4. Для успешного прогнозирования уровня запасов промысловых водорослей и контроля за восстановлением их зарослей на промысловых участках необходимо регулярное проведение водолазного обследования прибрежной зоны, позволяющее оперативно отмечать все изменения в структуре зарослей и состоянии ресурсов промысловых водорослей. Водолазное обследование должно проводиться не только в промысловых скоплениях, но и по всей мелководной зоне для картирования прибрежных фитоценозов, частью которых являются и промысловые виды.

### Литература

1. Жильцова Л.В., Ревенко Е.В. Некоторые аспекты анализа освоения ОДУ сахарины японской (морской капусты) в Приморье // 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. 196–199.
2. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология. – Владивосток: ТИПРО-центр, 2006. – 243 с.
3. Кузнецов И. Д. Очерк русского рыболовства (промысел различных водяных животных) / М-во земледелия и гос. имуществ Деп. земледелия. – Санкт-Петербург: Тип. В. Киршбаума, 1902. – 128 с.
4. Евсеева Н.В., Репникова А.Р. Ресурсы промысловых водорослей Сахалино-Курильского региона // Рыбпром. – 2010. – № 3. – С. 14–21.

5. Киносита Т. Водорослевые ресурсы о Хоккайдо и общая характеристика экологии и воспроизводства промысловых зарослей // Декадные вестники Хоккайдской научно-промысловой рыбохозяйственной станции № 575 от 15.08.1943 г. г. Отару (Суйсан кэнкюси). – 1943. – Т. 38. – Вып. 8. – С. 1–30. (Пер. с яп.).
6. Евсеева Н.В. Макрофитобентос прибрежной зоны южных Курильских островов: состав, распределение и ресурсы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: ВНИРО, 2009. – 22 с.
7. Огородников В.С. Водоросли-макрофиты северных Курильских островов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 25 с.
8. Евсеева Н.В. Перспективы аквакультуры промысловых видов макроводорослей в России // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: Материалы междунар. науч. конф., 28 сентября – 2 октября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ». – Ростов н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2015. – С. 67–69.
9. Seaweed industry in Europe. – URL: <http://www.netalgae.eu>
10. Werner A., Kraan S. Review of the potential mechanisation of kelp harvesting in Ireland // Marine Environment and Health Series. – 2004. – № 17. – 52 p.
11. Пельтихина Т. С. Влияние механизированного промысла на заросли ламинариевых водорослей в Баренцевом море // Тез. докл. VIII съезда гидробиол. общества РАН. – Калининград, 2001. – Т. 2. – С. 159–160.
12. Пельтихина Т.С. Ламинариевые водоросли Баренцева моря и их рациональное использование. – Мурманск: Изд-во ПИИРО, 2005. – 123 с.
13. Возжинская В.Б. Донные макрофиты Белого моря. – М.: Наука, 1986. – 189 с.
14. Михайлова Т.А. Рекультивация как способ восстановления и увеличения сырьевой базы ламинариевых водорослей в Белом море // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря: Материалы VII Междунар. конф., сентябрь 1998 г. – Архангельск, 1998. – С. 221–222.
15. Пронина О.А. Современное состояние запасов промысловых макрофитов Белого моря // Вопросы рыболовства. – 2000. – Т.1. – № 2-3, Ч.II. – С. 92–94.
16. Евсеева Н. В. Сукцессия и динамика состояния зарослей ламинариевых водорослей в прибрежье островов Малой Курильской гряды // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО. – Ю.-Сахалинск, 2007. – Т. 9. – С. 146–151.
17. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Приказ Минсельхоза России от 21.10.2013 № 385 (ред. от 08.07.2016 г.) «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (Зарегистрировано в Минюсте России 23.01.2014 № 31100).
18. Крупнова Т.Н. Возобновляемость полей ламинарии японской (*Laminaria japonica* Aresch.) после водолазного промысла // Изв. ТИНРО. – 2009. – Т. 159. – С. 168–175.
19. Дуленин А.А. Ресурсы и распределение промысловых макрофитов западной части Татарского пролива (в пределах Хабаровского края) // Изв. ТИНРО. – 2012. – Т. 170. – С. 17–29.
20. Евсеева Н.В. К вопросу о промысле бурых водорослей в прибрежной зоне южных Курильских островов // Вопросы рыболовства. – 2011. – Т. 12. – № 2 (46). – С. 66–83.

УДК 597.42(262.5)

**Р.С. Еремеева<sup>1</sup>, А.А. Полин<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Кубанский государственный университет,  
Краснодар, 350040;

<sup>2</sup>Азовский научно-исследовательского институт рыбного хозяйства,  
Ростов-на-Дону, 344002  
e-mail: regina.angelina@yandex.ru

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЛАСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ  
ЧЕРНОМОРСКОЙ СТАВРИДЫ (*TRACHURUS MEDITERRANEUS PONTICUS*)  
ТРЕХ АКВАТОРИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ**

Изучены пластические признаки черноморской ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus*) трех акваторий восточной части Черного моря. Выявлены статистически достоверные различия между пластическими признаками представителей разных групп. Оценена степень сходства и различий морфотипов особей разных районов.

**Ключевые слова:** черноморская ставрида (*Trachurus mediterraneus ponticus*), Черное море, г. Анапа, г. Новороссийск, г. Геленджик, пластические признаки, морфотип, критерий Стьюдента.

**R.S. Eremeeva<sup>1</sup>, A.A. Polin<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Kuban State University,  
Krasnodar, 350040;

<sup>2</sup>Azov Fisheries Research Institute,  
Rostov-on-Don, 344002  
e-mail: regina.angelina@yandex.ru

**COMPARATIVE ANALYSIS OF PLASTIC SIGNS OF BLACK SEA  
HORSE MACKEREL (*TRACHURUS MEDITERRANEUS PONTICUS*)  
FROM THREE REGIONS OF THE EASTERN PART  
OF THE BLACK SEA**

Plastic signs of Black Sea horse mackerel (*Trachurus mediterraneus ponticus*) from three water areas of the eastern part of the Black Sea were studied. Statistically significant differences between plastic signs representatives of different groups were discovered. The extent of the similarities and differences of morphotype individuals from different areas were assessed.

**Key words:** Black Sea horse mackerel (*Trachurus mediterraneus ponticus*), Black Sea, Anapa, Novorossiysk, Gelendzhik, plastic signs, morphotype, Student's t-test.

Черноморская ставрида (*Trachurus mediterraneus ponticus*) – пелагическая стайная рыба [1]. Различают две формы: обычную – мелкую, длиной до 20 см, и южную – крупную, до 55 см. У черноморской ставриды длинное, узкое, сплющенное с боков туловище с низким хвостовым стеблем, профиль головы почти прямой, большие глаза с прозрачными жировыми веками, острое рыло, большое ротовое отверстие косо направлено вверх и заходит за передний край глаза. Распространена по всем берегам Черного моря, в летнее время и в Азовском море – в центральной части против Керченского пролива, также заходит в Сиваш. Кроме того, встречается в Мраморном море, в Босфоре [2].

Среди *T. mediterraneus ponticus* Ю.Г. Алеев (1957) различает стада: юго-западное (босфорское), северное (крымское), восточное (кавказское) и южное (анатолийское), которые кроме географической локализации мест зимовки, нагула и нереста различаются возрастным составом, темпом роста, временем нереста, питанием [3].

Также существуют предположения о весьма высокой биологической разнородности рыб, выражающейся в т. ч. в высокой степени морфологической обособленности особей внутри самого восточного (кавказского) стада [4].

Целью данной работы являлась оценка различий в морфотипе черноморской ставриды трех разных акваторий восточной части черноморского побережья.

В ходе исследований было проведено сравнительное изучение пластических признаков ставриды из трех районов акватории Черного моря: побережья г. Анапы, г. Новороссийска, г. Геленджика. Объем выборки составил 300 экз. (по 100 особей из каждого района вылова).

В работе принята схема морфометрических измерений представителей рода *Trachurus*, предложенная Ю.Г. Алеевым (1957) [5]. Полученные данные обрабатывались стандартными статистическими методами [6].

Размерная структура черноморской ставриды разных районов вылова была представлена особями, абсолютная длина тела которых составляла от 90 до 165 мм, длина по Смитту – от 86 до 147 мм. Весовая структура представлена особями, масса тела которых с внутренностями составляла от 5 до 33 г, масса тушки – от 5 до 30 г.

В ходе исследования нами рассматривались пластические признаки рыб. Для нивелирования влияния фактора разноразмерности особей было использовано нормирование пластических признаков головы на длину головы (С) и нормирование пластических признаков тела, включая длину головы, на длину по Смитту (Is). Результаты нормирования, выраженные в процентах, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения пластических признаков черноморской ставриды трех акваторий

Признак	Значение признака ( $\bar{x} \pm m_x$ ), %		
	Анапа	Новороссийск	Геленджик
Пластические признаки, % от Is			
Абсолютная длина (L)	108,0 ± 0,20	109,9 ± 0,29	108,4 ± 0,23
Длина тела от вершины рыла до конца щитков (I)	90,4 ± 0,25	92,3 ± 0,20	90,7 ± 0,21
Длина туловища от конца жаберной крышки до начала анального плавника (Itul)	18,5 ± 0,16	22,4 ± 0,16	19,5 ± 0,16
Расстояние от вершины рыла до вертикали конца основания анального плавника (apA)	80,8 ± 0,24	83,1 ± 0,26	81,4 ± 0,33
Длина хвостового стебля (Isteb)	9,4 ± 0,10	9,3 ± 0,13	8,7 ± 0,10
Длина головы (С)	26,6 ± 0,18	26,9 ± 0,13	26,5 ± 0,10
Постдорсальное расстояние от конца основания первого спинного плавника (pD1)	46,9 ± 0,21	47,0 ± 0,23	46,2 ± 0,20
Постдорсальное расстояние от конца основания второго спинного плавника (pD2)	9,2 ± 0,11	9,0 ± 0,11	8,3 ± 0,09
Длина основания первого спинного плавника (ID1)	13,6 ± 0,12	14,1 ± 0,13	13,8 ± 0,11
Длина основания второго спинного плавника (ID2)	35,5 ± 0,16	36,0 ± 0,18	35,2 ± 0,13
Интердорсальное расстояние (D1D2)	1,6 ± 0,10	1,6 ± 0,10	1,3 ± 0,08
Антедорсальное расстояние (aD1)	32,2 ± 0,15	32,9 ± 0,40	32,0 ± 0,12
Пектрдорсальное расстояние (PD)	12,3 ± 0,08	13,3 ± 0,09	12,3 ± 0,08
Антеанальное расстояние (aA)	46,9 ± 0,18	48,7 ± 0,20	48,3 ± 0,18
Пектроанальное расстояние (PA)	21,3 ± 0,15	22,5 ± 0,15	21,9 ± 0,12
Антевентральное расстояние (aV)	28,8 ± 0,10	29,4 ± 0,33	28,8 ± 0,10
Пектровентральное расстояние (PV)	8,7 ± 0,07	9,2 ± 0,11	8,4 ± 0,06
Наибольшая высота тела (hmax)	19,5 ± 0,11	20,3 ± 0,13	19,1 ± 0,09
Наименьшая высота тела (hmin)	2,5 ± 0,04	2,9 ± 0,03	2,5 ± 0,04
Длина наибольшего луча в первом спинном плавнике (hD1)	11,5 ± 0,10	14,1 ± 0,10	11,9 ± 0,07
Длина наибольшего луча во втором спинном плавнике (hD2)	11,3 ± 0,08	36,0 ± 0,10	11,5 ± 0,07
Длина основания грудного плавника (IP)	3,5 ± 0,04	3,8 ± 0,04	3,4 ± 0,05
Длина наибольшего луча грудного плавника (hP)	20,1 ± 0,12	20,6 ± 0,13	20,2 ± 0,15
Длина основания брюшного плавника (IV)	1,5 ± 0,03	1,6 ± 0,03	1,5 ± 0,03
Длина наибольшего луча брюшного плавника (hV)	14,1 ± 0,08	13,9 ± 0,18	13,8 ± 0,08
Длина основания анального плавника (IA)	33,9 ± 0,34	34,7 ± 0,20	34,5 ± 0,15
Длина наибольшего луча анального плавника (hA)	10,2 ± 0,08	10,0 ± 0,10	10,2 ± 0,08
Высота одного из наиболее высоких щитков кривой части боковой линии (h1)	2,6 ± 0,04	2,6 ± 0,05	2,2 ± 0,04

Признак	Значение признака ( $\bar{x} \pm m_x$ ), %		
	Анапа	Новороссийск	Геленджик
Высота одного из наиболее высоких щитков прямой (задней) части боковой линии (h2)	3,7 ± 0,04	3,4 ± 0,05	3,6 ± 0,05
Длина хорды прямой (задней) части боковой линии	35,9 ± 0,19	35,5 ± 0,17	36,2 ± 0,15
Пластические признаки, % от С			
Заглазничный отдел головы (po)	38,4 ± 0,20	36,8 ± 0,23	38,1 ± 0,22
Длина верхней челюсти (mx)	36,0 ± 0,20	35,8 ± 0,37	36,5 ± 0,40
Длина нижней челюсти (mn)	36,1 ± 0,23	35,8 ± 0,39	36,9 ± 0,19
Длина рыла (lr)	34,1 ± 0,17	34,8 ± 0,22	34,4 ± 0,21
Горизонтальный диаметр глаза (o)	27,3 ± 0,18	28,4 ± 0,25	27,1 ± 0,18
Расстояние между глазами (io)	26,1 ± 0,17	29,5 ± 0,28	24,6 ± 0,17
Высота головы, взятая через центр глаза (c)	52,9 ± 0,25	55,0 ± 0,34	53,2 ± 0,33

Как видно, между средними значениями признаков имеются определенные различия, для оценки достоверности которых нами был проведен анализ с использованием критерия Стьюдента. Он показал, что большая доля пластических признаков у рыб разных акваторий различается статистически достоверно (табл. 2).

Таблица 2

**Число статистически достоверных различных признаков  
(ниже центральной диагонали количество признаков, выше – процентная доля от изученных)**

Группа	Анапа	Новороссийск	Геленджик
Анапа	–	59,5 %	37,8%
Новороссийск	22	–	70,3%
Геленджик	14	26	–

Так, при сравнении пластических признаков рыб побережья Анапы и Новороссийска статистически достоверно различались 22 пластических признака из 37 изученных, а именно: абсолютная длина (L), длина тела от вершины рыла до конца щитков (l), длина туловища от конца жаберной крышки до начала анального плавника (ltul), длина головы (C), заглазничный отдел головы (po), длина рыла (lr), горизонтальный диаметр глаза (o), расстояние между глазами (io), пектродорсальное расстояние (PD), антеанальное расстояние (aA), пектроанальное расстояние (PA), пектровентральное расстояние (PV), расстояние от вершины рыла до вертикали конца основания анального плавника (arA), высота головы, взятая через центр глаза (c), наибольшая высота тела (hmax), наименьшая высота тела (hmin), длина основания первого спинного плавника (lD1), длина наибольшего луча в первом спинном плавнике (hD1), длина основания грудного плавника (lP), длина наибольшего луча грудного плавника (hP), длина основания анального плавника (lA), высота одного из наиболее высоких щитков прямой (задней) части боковой линии (h2).

Наиболее схожими по пластическим признакам были рыбы, отловленные в районе Анапы и в районе Геленджика. Статистически достоверные различия были выявлены лишь по 14 признакам, такими как длина туловища от конца жаберной крышки до начала анального плавника (ltul), длина нижней челюсти (mn), расстояние между глазами (io), постдорсальное расстояние от конца основания первого спинного плавника (pD1), постдорсальное расстояние от конца основания второго спинного плавника (pD2), длина хвостового стебля (lsteb), интердорсальное расстояние (D1D2), антеанальное расстояние (aA), пектроанальное расстояние (PA), пектровентральное расстояние (PV), наибольшая высота тела (hmax), длина наибольшего луча в первом спинном плавнике (hD1), длина основания грудного плавника (lP), высота одного из наиболее высоких щитков кривой части боковой линии (h1).

Анализ показал, что наиболее различны по комплексу пластических признаков особи акваторий Новороссийска и Геленджика. При сравнении морфотипа данных рыб статистически достоверно различались 26 изученных признаков: абсолютная длина (L), длина тела от вершины рыла до конца щитков (l), длина туловища от конца жаберной крышки до начала анального плавника (ltul), длина головы (C), заглазничный отдел головы (po), длина нижней челюсти (mn), горизонтальный диаметр глаза (o), расстояние между глазами (io), постдорсальное расстояние от конца основания первого спинного плавника (pD1), постдорсальное расстояние от конца основа-

ния второго спинного плавника ( $pD2$ ), длина хвостового стебля ( $lsteb$ ), антедорсальное расстояние ( $aD1$ ), интердорсальное расстояние ( $D1D2$ ), пектрдорсальное расстояние ( $PD$ ), пектроанальное расстояние ( $PA$ ), пектровентральное расстояние ( $PV$ ), расстояние от вершины рыла до вертикали конца основания анального плавника ( $apA$ ), высота головы, взятая через центр глаза ( $c$ ), наибольшая высота тела ( $hmax$ ), наименьшая высота тела ( $hmin$ ), длина основания второго спинного плавника ( $ID2$ ), длина наибольшего луча во втором спинном плавнике ( $hD2$ ), длина основания грудного плавника ( $IP$ ), высота одного из наиболее высоких щитков кривой части боковой линии ( $h1$ ), высота одного из наиболее высоких щитков прямой (задней) части боковой линии ( $h2$ ), длина хорды прямой (задней) части боковой линии.

Таким образом, были подтверждены ранее высказанные предположения о высокой степени морфологической обособленности черноморской ставриды внутри восточного (кавказского) стада [4]. Так, нами выявлены статистически достоверные различия в морфотипе особей разных районов вылова.

Наиболее различным морфотипом обладали рыбы акваторий Новороссийска и Геленджика. Наиболее сходные морфотипы отмечены у черноморской ставриды побережья Геленджика и Анапы.

### Литература

1. Фауна Украины: в 47 т. Т. 8. Рыбы / Отв. ред. П. И. Павлов. – Киев, 1980. – 352 с.
2. Емтыль М.Х., Иваненко А.М. Рыбы юго-запада России: Учеб. пособие. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2002. – 340 с.
3. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. – М.-Л.: Наука, 1964. – 553 с.
4. Пашков А.Н., Салехова Л.П., Кузнецова З.Ю. Морфо-биологическая характеристика черноморской ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus*) из разных районов Черного моря // Проблемы биологической океанографии XXI века: Материалы Междунар. научн. конф., посвященной 135-летию ИнБИОМ. – Севастополь, 2006.
5. Алеев Ю.Г. Об эволюции пелагических Caranginae (Carangidae, Perciformes) // Труды Севастоп. биол. ст. – 1957. – № 9. – С. 274–281.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: 1990. – 350 с.

УДК [639.2.053.1:639.517](94)

**А.В. Жигин<sup>1,2</sup>, В.А. Арыстангалиева<sup>2</sup>, Н.П. Ковачева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии,  
Москва, 107140;

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА  
имени К.А. Тимирязева,  
Москва, 127550  
e-mail: azhigin@gmail.com

## **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА РОСТ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ АВСТРАЛИЙСКИХ КРАСНОКЛЕШНЕВЫХ РАКОВ**

Приводятся результаты опыта определения оптимальной температуры воды для подращивания молоди австралийского красноклешневого рака в условиях циркуляционных установок. Установлено, что оптимальная температура с точки зрения скорости роста, эффективного использования кормов и биопродуктивности составляет 27–29°C.

**Ключевые слова:** австралийский красноклешневый рак, *Cherax quadricarinatus*, подращивание молоди, оптимальная температура, установки с замкнутым водоиспользованием.

**A.V. Zhigin<sup>1,2</sup>, V.A. Aristangalieva<sup>2</sup>, N.H. Kovacheva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Moscow, 107140

<sup>2</sup>Russian State Agrarian University – MTAA named after K.A. Timiryazev,  
Moscow, 127550  
e-mail: azhigin@gmail.com

## **INFLUENCE OF WATER TEMPERATURE ON GROWTH AND SURVIVAL OF AUSTRALIAN RED CLAW CRAYFISH**

The results of the experiment to determine the optimal water temperature for rearing juveniles australian red claw crayfish in terms of the circulation systems are given. It has been found that the optimum temperature in terms of growth rate, feed efficiency and bio-productivity is 27–29°C.

**Key words:** australian red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, rearing juveniles, optimum temperature, installation with closed water use.

Австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868)) относится к тепловодным гидробионтам и является перспективным объектом выращивания (рис.), т. к. обладает ценными потребительскими и хозяйственными качествами. Рак характеризуется высокой скоростью роста, неприхотливостью к условиям содержания, отсутствием стадий пелагических личинок, а самое главное – относительно низкой степенью агрессивности и проявления каннибализма. В природе вид распространен в пресных водоемах на севере австралийского континента. Кроме того, этот рак акклиматизирован во многих тропических странах. Длина тела раков может достигать 20–25 см, вес самцов – до 500 г, самок – до 400 г. Половой зрелости эти раки достигают в возрасте 7–12 месяцев при размере тела около 6–10 см. Средняя продолжительность жизни – около 5 лет. В природе основой питания раков является разнообразная пища животного и растительного происхождения [1].



Австралийский красноклешневый рак  
(*Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868))

Технология индустриального выращивания австралийских раков еще недостаточно отработана. Важнейшим элементом такой технологии является отработка подращивания молоди с подбором оптимальной температуры воды, т. к. известно, что раки, как и подавляющее большинство других гидробионтов, относятся к пойкилотермным (холоднокровным) – животным с непостоянной температурой тела, меняющейся в зависимости от температуры внешней среды. Поэтому влияние температурного фактора при выращивании гидробионтов имеет первостепенное значение. При этом с возрастом температурный оптимум становится шире, поэтому влияние этого показателя на рост наиболее сильно проявляется на ранних стадиях развития.

Повышение или понижение температуры в допустимых пределах вызывает соответствующие сдвиги в жизнедеятельности гидробионтов. Повышение температуры увеличивает потребление кислорода, экскрецию аммонийного азота, активизирует другие процессы метаболизма, усиливает поиск, потребление, переваривание пищи, ускоряет всасывание растворенных веществ из окружающей среды, повышает чувствительность к токсикантам, ускоряет развитие и половое созревание.

В связи с имеющимися температурными ограничениями, с точки зрения круглогодичного производства товарной продукции независимо от климатической зоны рыбоводства, наиболее интересен вариант культивирования этих раков в установках с замкнутым водоиспользованием. Выращивание гидробионтов в таких установках придает температурному фактору особое значение, т. к. он является полностью управляемым параметром создаваемой искусственной экосистемы. Это, в свою очередь, позволяет воздействовать на жизненные функции содержащихся гидробионтов и, что особенно важно, на репродуктивные циклы водных организмов, что дает возможность в ускоренном режиме формировать их маточное поголовье, получать потомство в требуемые сроки независимо от времени года и, как следствие, круглогодично осуществлять получение и реализацию рыбопродукции в режиме многоциклического (полициклического) выращивания.

Основу экономичной технологии выращивания гидробионтов с использованием теплых вод составляет оптимизация температурного режима, обеспечивающего наиболее благоприятные условия для продуктивного потребления и использования кормов. При этом предпочитаемая гидробионтами температура не всегда совпадает с технологическим оптимумом.

Температура воды, даже незначительные ее колебания, тесно связана со скоростью роста водных животных и активно влияет на нее не только непосредственно, но и опосредованно, через эффективность использования технического кислорода, жизнедеятельность бактерий активного ила аппаратов очистки, а через эти факторы на качество оборотной воды и в итоге на экономическую эффективность их выращивания в установке. Поэтому необходимо установить наиболее приемлемый диапазон температуры выращивания тех или иных объектов в конкретно рассматриваемых условиях.

Известно, что летальными для австралийского красноклешневого рака являются температуры ниже 10°C и выше 36°C [2]. При этом некоторые авторы указывают температуру эффективно-интенсивного выращивания раков в диапазоне 25–30°C [3, 4]. Мы посчитали целесообразным провести аналогичные исследования для конкретных условий, используемых нами циркуляционных систем.

**Целью исследований** являлось определение оптимальной температуры, при которой наилучшим образом сочетаются уровень энергозатрат, скорость роста, выживаемость и другие показатели выращивания австралийских красноклешневых раков.

Работа проводилась в условиях аквариальной лаборатории марикультуры ФГБНУ «ВНИРО». Объектом исследования являлась молодь одной генерации, полученной от одной пары производителей, завезенных из Астраханской области. Период развития икры под абдоменом самки при средней температуре воды 24°C составляла 40–45 сут. Вылупившиеся личинки продолжали находиться на абдомене самки еще около 28–30 сут. За это время они пережили три личиночных стадии и приобрели все черты строения взрослой особи. После этого молодь покинула самку, приобретя способность самостоятельно перемещаться и питаться.

В возрасте 60 суток после вылупления полученная молодь была высажена в четыре одинаковых аквариума с циркуляцией и очисткой воды объемом по 180 л и выращивалась в течение 70 суток. Исходная плотность посадки составила 44,4 шт./м<sup>2</sup>. Температура воды поддерживалась в четырех разных диапазонах (табл.). Основные гидрохимические показатели соответствовали

требованиям нормативов для УЗВ [5]. Кормление осуществляли аквариумным кормом для декоративных рыб и ракообразных фирмы «Tetra» (Германия) – «Tetra Wafer Mix» из расчета 1,6% в сутки от массы раков.

Таблица

Влияние температуры воды на рост раков

Показатели	Температура воды, °C			
	23,0–25,0	25,1–27,0	27,1–29,0	29,1–31,0
Исходная плотность посадки, шт./м <sup>2</sup>	44,4	44,4	44,4	44,4
Общее кол-во, шт.	20	20	20	20
Выживаемость, шт.	11	14	13	17
%	55	70	65	85
Средний вес, г: исходный	0,57 ± 0,06	0,46 ± 0,05	0,44 ± 0,04	0,47 ± 0,04
конечный	5,87 ± 0,80	6,23 ± 0,72	8,47 ± 1,20*	5,42 ± 0,65*
Абсолютный прирост массы, г	5,30	5,77	8,03	4,94
Общая биомасса, г: исходная	11,4	9,2	8,8	9,4
конечная	64,57	87,22	110,11	92,14
Абсолютный прирост биомассы, г	53,17	78,02	101,31	82,74
Удельная скорость роста	0,034	0,037	0,042	0,035
Среднесуточный прирост, г	0,088	0,096	0,134	0,082
Коэффициент вариации по массе, %:				
исходный	10,53	10,87	9,09	8,51
конечный	13,63	11,56	14,17	11,99
Расход корма, г	90,3	85,92	96,9	96,87
Затраты корма, г/г прироста биомассы	1,7	1,1	0,9	1,2
Биопродуктивность, г/м <sup>2</sup>	143,49	193,82	244,69	204,76

\* разность достоверна при 95% доверительном интервале

Наибольшие значения удельной скорости роста молоди, абсолютного прироста биомассы, среднесуточного прироста и биопродуктивности отмечены в третьем варианте опыта, где диапазон температуры воды составлял 27,1–29,0°C. При этом достоверные различия в конечной средней массе особей отмечены только между третьим и четвертым вариантами опыта. Очевидно, что температура выше 29°C угнетала жизнедеятельность молоди раков, что отразилось на минимальном приросте индивидуальной массы особей. Вместе с тем в данном случае обращает на себя внимание бо́льшая выживаемость особей. Это можно объяснить меньшей скоростью роста раков, поскольку в этом случае ниже и частота линек особей, а значит ниже уровень проявления каннибализма – главной причины снижения выживаемости ракообразных в данных условиях.

Сравнительно низкие результаты выращивания отмечены и в первом варианте опыта при температуре воды 23,0–25,0°C, и это несмотря на то, что исходная средняя масса особей в данной емкости была наибольшей. Раки росли заметно медленнее, чем в других вариантах опыта, недостаточно эффективно использовались на рост потребляемые корма (затраты корма на 1 г прироста биомассы составили 1,7 г). Необходимо отметить сравнительно высокую смертность особей, что было связано не с каннибализмом, а, видимо, с относительно неблагоприятным температурным фактором. Все это в итоге выразилось в минимальной биопродуктивности.

Выращивание раков при температуре 25,1–27,0°C показало хорошие значения удельной скорости роста молоди, абсолютного прироста средней массы, среднесуточный прирост, затрат корма и выживаемости, сопоставимые с таковыми при температуре воды 27,1–29,0°C. При этом можно отметить несколько меньшие энергозатраты.

Таким образом, для подращивания молоди австралийского красноклешневого рака в качестве оптимального можно рекомендовать диапазон температур 27,1–29,0°C. Температуру воды 25,1–27,0°C можно считать допустимой для эффективного выращивания. Можно сказать и о возможности объединения этих температурных диапазонов в один благоприятный для выращивания диапазон температуры воды от 25 до 29°C, что действительно практически соответствует диапазону, указанному ранее в литературном обзоре [3, 4].

Снижение или повышение температуры воды относительно указанных пределов приводит к неудовлетворительным результатам культивирования.

### Литература

1. Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Акимова М.Ю., Паршин-Чудин А.В. Биология и культивирование австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) // М.: Изд-во ВНИРО, 2013. – 48 с.
2. Lawrence C., Jones C. Chapter 17. Cherax. In: Biology of Freshwater Crayfish. Holdich D.M. (Ed.). – UK, Oxford: Blackwell Science, 2002. – P. 635–670.
3. Xiaoxuan C., ZhixinW., Licai H. Effects of Water Temperature on Ingestion and Growth of *Cherax quadricarinatus* // Journal of Huazhong Agricultural. – 1995 (In Chinese with English Abstract).
4. Meade M.E., Doeller J.E., Kraus D.W., Watts S.A. Effect of temperature and salinity on weight gain, oxygen consumption rate, and growth efficiency in juvenile red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus* // Journal of the World Aquaculture Society. – 2002. – V. 33. – № 2. – P. 188–198.
5. Жигин А.В. Замкнутые системы в аквакультуре. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 664 с.

УДК 574.587(265.54)

**Л.В. Жильцова**

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

**ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ  
МАКРОФИТОБЕНТОСА БУХТЫ НОВИЦКОГО  
(ЗАЛИВ НАХОДКА, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Представлен сравнительный анализ видового состава макрофитов бух. Новицкого (залив Находка, Японское море) в 1998 и 2014 гг. Показано, что во флоре исследуемого района преобладают мезо - и полисапробные зеленые водоросли. Выявлены отличия в составе сообществ макрофитов 1998 и 2014 гг. Отмечено произошедшее за 16 лет уменьшение видового богатства макрофитобентоса.

**Ключевые слова:** макрофитобентос, хроническое загрязнение, зеленые водоросли.

**L.V. Zhiltsova**

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

**CHANGES OF SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE  
OF MACROPHYTOBENTOS IN THE NOVITSKOGO BAY  
(BAY NAKHODKA, JAPAN SEA)**

A comparative analysis of macrophyte species composition of the Novitskogo Bay in 1988 and 2014 is presented. The predominance of mezo – and polysaprobic species of green algae in the flora of the study area is detected. The differences in species composition of algae communities of 1998 and 2014 are found. During the last 16 years macrophytobentos species diversity has decreased.

**Key words:** macrophytobentos, chronic pollution, green algae.

Бухта Новицкого признана зоной высоко аномального загрязнения территориальных вод нефтепродуктами [1, 2]

Расположенный на берегу нефтеналивной порт с выносом нефтепирса (длина 520 м) и трубопровода сточных вод (длина 530 м) в направлении к центральной части бухты признан опасным объектом, приводящим к аномальному загрязнению. Основными источниками загрязнения акватории бухты являются выпуски ливневой канализации, коммунально-бытовых и промышленных стоков, бункеровка судов, изношенность танков нефтехранилищ, разливы судов, сброс нефтесодержащих вод в акваторию.

Информация по макрофитобентосу этого района ограничена. Макрофиты в значительной степени подвержены негативному воздействию порта, оказывающему существенное влияние на их видовой состав и развитие. Кроме того, видовой состав и структура фитоценозов характеризуются сезонной и годовой динамикой, которая определяется комплексом гидрологических и гидрохимических факторов, изменяющихся в течение года.

Цель работы – показать изменения в видовом составе макрофитов бух. Новицкого в условиях хронического загрязнения.

## Материал и методы

Отбор проб проводили по стандартной гидробиотической методике [3] в летний период на глубинах от уреза воды до 12 м на 11 станциях в 1998 г. и на 9 станциях на глубинах до 6 м в 2014 г. в одних и тех же координатах. С глубины более 6 м отмечался ил с примесью песка, угля, створок *Mytilus edulis* и обрывков водорослей (идентифицировали только *Chorda filum*).

Водоросли определены до вида. Идентификацию видов осуществляли по определителям К.Л. Виноградовой [4, 5] и Л.П. Перестенко [6] с учетом последних номенклатурных изменений. Состав мелких форм водорослей в исследуемые годы не изучали.

## Результаты и обсуждение

Дно бухты сложено в основном илисто-песчаными грунтами. Макрофиты произрастают вдоль берегов на галечных, гравийных и каменистых грунтах (до 4–6 м), а также на причальных сооружениях, каменной подпричальной наброске и бетонных массивах (до 10 м). Неблагоприятные гидрологические и гидрохимические условия не способствуют формированию высокого видового богатства водорослей в условиях ограниченности площадей субстратов, пригодных для роста макрофитов.

В период исследований в 1998 и 2014 гг. (с 16 – летним временным интервалом) в общей сложности было отмечено 20 видов макрофитов, из них девять – Chlorophyta, шесть – Ochrophyta и пять – Rhodophyta. В 1998 г. было собрано 18 видов макрофитов: Chlorophyta – семь, Ochrophyta – шесть, Rhodophyta – пять.

Проведенные исследования показали, что водоросли неравномерно распределены вдоль берега и по глубинам. Характерно мозаичное распределение растительности, при котором пятна, пучки, куртины водорослей чередуются с обширными пустыми пространствами дна. Макрофиты на твердых грунтах и створках *Mytilus edulis* встречались преимущественно на глубинах 0,5–4 м, а на антропогенных субстратах – до 10 м. Проективное покрытие дна редко достигало 30%, биомасса изменялась от 0,030 до 0,630 кг/м<sup>2</sup>.

В целом флора водорослей района была обеднена видами и составляла около 7,4% от флоры зал. Петра Великого. Доминирующие виды по частоте встречаемости и проективному покрытию были немногочисленными и представлены *Cladophora stimpsonii* и представителями рода *Ulva*. По биомассе (до 0,560 кг/м<sup>2</sup>) доминировала низкорослая с широкой пластиной *Saccharina cichorioides* с явно выраженной аномалией черешков [7].

Среди видов преобладали короткоживущие (однолетние и сезонные) – 76,5%. Многолетние водоросли составляли 23,5% от всей флоры исследуемого района и были представлены видами из двух отделов: бурых (*Saccharina cichorioides*, *Sargassum miyabei*) и красных (*Palmaria stenogona*, *Bossiella creatacea*). Доля багрянок в составе альгофлоры исследуемой акватории составляла 27,7%, что почти в 0,8 раза меньше доли бурых водорослей. Высокую встречаемость (57%) имел только один вид – *Cladophora stimpsonii*. Остальные виды имели низкий показатель коэффициента встречаемости, от 2 до 27%, и относились к I и II классу постоянства [8]. Среди растений разной сапробности отмечались мезо- и полисапробы. Основу мезосапробной группы составляли зеленые водоросли.

За прошедшие 16 лет общее количество видов уменьшилось в 1,8 раза. Сокращение было отмечено во всех трех отделах водорослей. Всего было отмечено 10 видов: шесть – зеленых, два – бурых, два – красных. Флора исследуемого района составляла 4,3% от общей флоры зал. Петра Великого. Водоросли произрастали преимущественно на глубинах 0,3–4 м, проективное покрытие не превышало 15%, а биомасса изменялась от 0,015 до 0,150 кг/м<sup>2</sup>. Как и в 1998 г. доминировали зеленые водоросли, которые обычно в прибрежье Приморья играют роль сопутствующих видов в сообществах бурых и красных водорослей. В группе Chlorophyta появилось два ранее не отмеченных вида: *Ulva flexuosa*, *Monostroma grevillei* в то же время не были обнаружены три вида: *Bryopsis plumosa*, *U. linza*, *U. lactuca*.

Существенно уменьшилось присутствие многолетних видов (с 23,5 до 10%) за счет исчезновения бурых *S. cichorioides*, *S. miyabei* и красной *Palmaria stenogona*. Зная относительно высокую требовательность бурых (в большей степени) и красных водорослей к чистоте среды, можно допустить некоторое ухудшение экологической ситуации в бухте, произошедшее к 2014 г.

Наиболее часто (48%) встречалась *U. flexuosa*, способная выдерживать сильные загрязнения. Другие виды имели низкий показатель встречаемости (от 3 до 18%) и относились к I классу постоянства [8].

### Заключение

Проведенные в бух. Новицкого исследования показали, что к 2014 г. флористическое разнообразие макрофитов по отношению к 1998 г. уменьшилось в 1,8 раза.

В сравнительном аспекте в составе исследованного сообщества макрофитов постоянно присутствующими оказались восемь видов. Список альгофлоры района дополнен двумя видами. 10 видов в современной флоре района не обнаружены. Полученные данные свидетельствуют о деградации видового состава, когда в сообществе водорослей остаются виды, наиболее устойчивые к сложившимся неблагоприятным условиям среды обитания. Растительность в целом характеризуется низкими значениями биоразнообразия, биомассы, проективного покрытия.

Полученные результаты дают относительное представление о современном состоянии морской растительности бух. Новицкого и могут быть использованы при сравнении долговременных изменений видового состава и структуры макрофитобентоса в условиях хронического загрязнения.

### Литература

1. Проблемы химической безопасности. Химия и жизнь. Сообщения UCS – INFO. 831 – 2002.
2. Государственный мониторинг состояния недр прибрежно-шельфовой зоны залива Петра Великого в связи с интенсивным хозяйственным освоением территории // Информ. Бюллетень. – СПб., 2013. – № 2. – 103 с.
3. Калугина-Гутник А.А. Исследование донной растительности Черного моря с применением легководолазной техники // Морские подводные исследования. – М.: Наука, 1969. – С. 105–113
4. Виноградова К.Л. Ульвовые водоросли (Chlorophyta) морей России. – Л.: Наука, 1974. – 166 с.
5. Виноградова К.Л. Определитель водорослей дальневосточных морей СССР. – Л.: Наука. 1979. – 147 с.
6. Перестенко Л.П. Водоросли залива Петра Великого. – Л.: Наука, 1980. – 232 с.
7. Кулепанов В.Н., Суховеева М.В. Морфологические аномалии водорослей // Ботанические исследования в Азиатской России: Тез. 11-го съезда Рус. ботан. о-ва. – Новосибирск, 2003. – С. 118–119.
8. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 223 с.

УДК [574.622:556.555.8](282.247.3)

**А.С. Злотников, А.В. Каширин, Ю.В. Сирота**

*Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,  
Краснодарское отделение,  
Краснодар, 350000  
e-mail: azniirh-krd@mail.ru*

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЕКИ КУМАТЫРЬ И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЕЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО ФИТОПЛАНКТОНУ**

Исследование первичных гидробиологических сообществ (фитопланктона, зоопланктона и зообентоса) является обязательным элементом комплексного мониторинга водных объектов, выполняемого в том числе и для оценки антропогенного воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания. Параметры состояния фитопланктона отражают особенности продуцирования первичного органического вещества, а уровень развития зоопланктона и зообентоса, которые формируют основные кормовые ресурсы, – особенности его трансформации на последующих трофических уровнях, что собственно и определяет биологическую и рыбохозяйственную продуктивность водных объектов. Исследование проведено в Анапском районе Краснодарского края (р. Куматырь).

**Ключевые слова:** гидробиологическое сообщество, фитопланктон, зоопланктон, зообентос, сапробность, р. Куматырь.

**A.S. Zlotnikov, A. V. Kashirin, Y.V. Sirota**

*Krasnodar branch of Azov Fisheries Research Institute  
Krasnodar, 350000  
e-mail: azniirh\_krd@mail.ru*

### **CURRENT STATE OF RESOURCE BASE OF THE KUMATYR RIVER AND ASSESSMENT OF ITS POLLUTION IN PHYTOPLANKTON**

The study of primary hydrobiological communities (phytoplankton, zooplankton and zoobenthos) is an indispensable element of comprehensive monitoring of water bodies. It is carried out also for the assessment of human impacts on aquatic biological resources and their habitats. The parameters of phytoplankton state reflect characteristics of producing the primary organic matter. The development level of zooplankton and zoobenthos, which form the main food resources, reflect its transformation to the next trophic level. In fact it determines the biological productivity of fisheries and aquatic facilities. The study was conducted in the Anapa district of Krasnodar region in the river Kumatyry.

**Key words:** hydrobiological community, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos, saprobity, river Kumatyry.

В 2016 г. проводились гидробиологические исследования на р. Куматырь в рамках проведения производственного экологического контроля (мониторинга).

Река Куматырь начинается на пологом склоне небольшого хребта Безымянного в 3,5 км на северо-запад от г. Макитра, на высоте 200–300 м. Длина водотока около 7,9 км, площадь водосбора – 43,5 км<sup>2</sup>. Река впадает в плавневую зону, расположенную на северной окраине станицы Анапской, примерно за 6 км от Черного моря. В верховьях реки русло перегорожено несколькими плотинами, перехватывающими большую часть стока с образованием прудов. Пойма реки зарегулирована мелиоративной системой.

Исследуемый водоток принадлежит бассейну Черного моря, при этом гидрологические характеристики имеют отдельные признаки предгорного характера. Характеризуются сравнительно прямолинейным руслом с одним притоком. Питание реки осуществляется преимущественно за счет атмосферных осадков и грунтовых вод.

Река отличается высоким паводком от дождей и тающих снегов в холодное время года и устойчиво низкими уровнями с мая по октябрь.

### Материалы и методики

Воду для исследования фитопланктона отбирали ручным батометром с поверхностного горизонта в нескольких точках акватории и делали сливную пробу объемом 1 л. Пробу фиксировали раствором Утермеля, снабжали уникальным номером, зарегистрированным в журнале, и доставляли в лабораторию, для камеральной обработки [1].

В лаборатории пробы воды для сгущения отстаивали. Осадок с помощью сифона сливали в мерный сосуд, отмечая рабочий объем пробы. Для обработки проб использовали световой микроскоп «Микмед 6» с системой визуализации DCM-310, совмещенный с персональным компьютером, для идентификации видов – определители [2–5].

Для подсчета числа клеток использовали камеры Нахотта объемом 0,1 мл. Каждую пробу просматривали при малом (\*1,5\*10\*10) и большом (\*1,5\*10\*20) увеличении для учета крупных и мелких организмов, соответственно. При малом увеличении просматриваются все дорожки в камере. При большом увеличении, в зависимости от обилия просчитываемых организмов в исследуемой пробе, просматривается часть дорожек. Клетки водорослей измеряли окуляр-микрометром. Минимальный размер учитываемых клеток – 3–5 мк. Объем клеток вычисляется путем приравнивания их формы к какой-либо геометрической фигуре. Удельный вес водорослей условно принимается равным единице [6, 7]. Численность клеток выражали в млн кл./м<sup>3</sup>, биомассу в г/м<sup>3</sup>.

Для изучения зоопланктона использовали планктонную сеть (ячей сита № 64), через которую фильтровали 100 л воды.

Насколько позволяли условия, воду для фильтрации брали в разных участках водоема. Отбранную пробу переливали в стеклянные банки, фиксировали формалином, присваивали номер, регистрировали в журнале и доставляли в лабораторию для дальнейшей обработки.

Камеральная обработка проб проводилась в лабораторных условиях. Подсчет организмов производится в камере Богорова, с использованием бинокулярного микроскопа МБС–10. При использовании увеличения 2 × 8 в поле зрения попадает каждая канавка счетной камеры, что позволяет последовательно просмотреть всю исследуемую квоту, которую отбирают в двукратной повторности из рабочего объема пробы с помощью штемпель-пипетки объемом 0,5 мл. После подсчета квот просматривается весь осадок, при этом учитываются крупные организмы и организмы, отличающиеся низкой численностью, которые не могли попасть в штемпель-пипетку.

Численность зоопланктона выражается в экз./м<sup>3</sup>, биомасса – в г/м<sup>3</sup>. Биомасса организмов рассчитывается по уравнению степенной зависимости массы организма от длины тела [8]. Для идентификации видов использованы определители [9–11].

Донные отложения для изучения зообентоса отбирали ковшем Ван Вина Р 04 30, площадью захвата которого 0,027 м<sup>2</sup>. Отбор осуществляется в трех повторностях на каждой станции.

Для промывки проб использовали сетной мешок (сито № 23), что позволяло учитывать макрозообентос. После предварительного отмывания водой проба помещалась в кювету и подвергалась предварительной обработке. Отобранные организмы помещали в банку, фиксировали 4% раствором формалина, присваивали №, регистрировали в журнале и доставляли в лабораторию для дальнейшей обработки.

Обработка проб производилась в лаборатории счетно-весовым методом. Крупные особи просчитывались, измерялись, взвешивались на торсионных весах WT, мелкие – просчитывались, измерялись под бинокулярном и также взвешивались на торсионных весах WT. Идентификация некоторых мелких видов проводилась под микроскопом БИОЛАМ Р-17. Численность зообентоса выражается в экз./м<sup>2</sup>, биомасса – в г/м<sup>2</sup>.

Для определения видовой принадлежности гидробионтов использовали определители [12, 13]. Для оценки степени загрязнения водоема был применен метод Пантле – Бука в модификации Сладечека.

Под сапробностью принято понимать степень распада органических веществ в загрязненных водах. Организмы, обитающие в загрязненных водах, называют сапробионтами, или сапробными организмами. Они могут служить индикаторами (показателями) загрязнения или различных ступеней разложения органического вещества в водоеме. Распад органических загрязнений в водоеме приводит к потреблению кислорода и накоплению ядовитых продуктов распада (углекислоты, се-

ководорода, органических кислот и др.). Способность организмов обитать в условиях разной степени сапробности объясняется потребностью в органическом питании и выносливостью к вредным веществам, образующимся в процессе разложения органического вещества. Для ряда видов водорослей установлены сапробные значения. Степень сапробности водоема характеризуется индексом сапробности, который рассчитывается по формуле

$$S = (\sum s * h) / (\sum h), \quad (1)$$

где  $S$  – степень сапробности водоема;  $s$  – сапробное значение организма-сапробионта;  $h$  – частота встречаемости сапробионта в пробе.

Сапробное значение каждого вида ( $s$ ) – табличная величина, частота встречаемости ( $h$ ) учитывалась нами по шестибальной шкале [14].

Река Куматырь неглубокая (от 0,2 до 0,5 м в верхнем течении, от 1 до 2 м в среднем и нижнем). Берега реки имеют высоту 1–2 м, преимущественно пологие, реже крутые и обрывистые. Течение воды наблюдается в основном лишь в период весеннего половодья (скорость его не превышает 0,5 м/с), в остальное же время года оно едва заметно. Река представляет собой постоянный водоток равнинного типа. Русло реки по форме поперечного профиля – корытообразное. Берега умеренно крутые, поросшие тростником, единично встречаются куртины камыша и клубнекамыша.

Опубликованных и фондовых данных по характеристике гидробиологических сообществ не обнаружено. Промыслового значения не имеет.

### Результаты исследований

Биомассу и численность альгоценоза в летний период формируют 21 видом, в осенний – 16 видами из пяти таксономических групп.

В летний период численность составляет 165,500 млн кл./м<sup>3</sup>, биомасса – 0,574 г/м<sup>3</sup> (табл. 1). Наибольшее видовое разнообразие наблюдалось у диатомовых восьми представителей, но по биомассе доминировали эвгленовые – 51% от общей численности (0,385 г/м<sup>3</sup>), численность зеленых – 70,500 млн кл./м<sup>3</sup> (38,331% от общей численности). Наиболее массовые виды в фитопланктоне – *Scenedesmus quadricauda* (16 млн кл./м<sup>3</sup>), *Surirella didyma* (12,0 млн кл./м<sup>3</sup>), *Oscillatoria ornate* (4,0 млн кл./м<sup>3</sup>). Общая численность водорослей в осенний период составила 246,67 млн кл./м<sup>3</sup>, биомасса – 0,099 г/м<sup>3</sup> (табл. 2). Несмотря на высокую численность в осенний период наибольшее видовое разнообразие наблюдалось среди диатомовых водорослей (семь представителей – 24,669% от общей численности и 70,292% от общей биомассы) Наибольшего развития по численности получил вид *Anabaena flos-aquae* (333,0 млн кл./м<sup>3</sup>), по биомассе *Melosira italica* (0,042 г/м<sup>3</sup>).

Таблица 1

Гидробиологическое обследование реки Куматырь в летний период

Фитопланктон				
Отдел водорослей	Численность		Биомасса	
	млн кл./м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Всего	165,500	100,000	0,574	100,000
В т. ч. Синезеленые	22,000	13,293	0,011	2,000
Зеленые	70,500	38,331	0,006	0,902
Эвгленовые	20,000	11,699	0,385	51,016
Пирофитовые	1,500	1,304	0,004	1,026
Диатомовые	51,500	36,854	0,168	45,331
Количество видов	21			
Доминирующие виды	<i>Oscillatoria ornate</i> , <i>Trachelomonas volvocina</i> , <i>Nitzschia vermicularis</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Surirella didyma</i>			
Зоопланктон				
Группы организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз./м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Всего	750	100	0,00145	100
В т.ч. Копеподы	750	100	0,00145	100

Окончание табл. 1

Зоопланктон				
Отдел водорослей	Численность		Биомасса	
	млн кл./м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Кладоцеры	–	–	–	–
Коловратки	–	–	–	–
Меропланктон	–	–	–	–
Количество видов голопланктона	1			
Доминирующие виды	Cyclops strenuous			
Зообентос				
Группы организмов	Численность		Биомасса	
	экз./м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Всего	208,75	100,0	13,5	100,0
В т.ч. Личинки хирономид	134,65	64,5	2,2	16,3
Олигохеты	–	–	–	–
Брюхоногие моллюски	74,10	35,5	11,3	83,7
Доминирующие группы	Chironomidae		Viviparidae	

Интенсивность развития зоопланктона крайне низкая. Биомассу и численность зоопланктонного сообщества в летний период формирует один вид из веслоногих ракообразных *Cyclops scutifer* (0,00145 г/м<sup>3</sup>, 750 тыс. экз./м<sup>3</sup>) (табл. 1). В осенний период наблюдается сравнительное разнообразие зоопланктона – 4 представителя (табл. 2). От общей численности коловратки составляют 39%, а от общей биомассы 47,8%. Наиболее массовые виды в данный период – *Cyclops scutifer* (12,0 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и *Brachionus calyciflorus* (3,0 тыс. экз./м<sup>3</sup>)

Таблица 2

Гидробиологическое обследование реки Куматырь в осенний период

Фитопланктон				
Отдел водорослей	Численность		Биомасса	
	млн кл./м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Всего	246,67	100,00	0,099	100,0
В т.ч. Синезеленые	176,67	46,816	0,007	6,174
Зеленые	15,50	12,843	0,005	4,649
Эвгленовые	6,50	12,500	0,012	15,287
Диатомовые	34,00	24,669	0,071	70,292
Желтозеленые	14,00	3,172	0,004	3,597
Количество видов	16			
Доминирующие виды	<i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Melosira italica</i>			
Зоопланктон				
Группы организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз./м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Всего	30,5	100,0	0,159	100,0
В т.ч. Копеподы	8,9	29,2	0,033	20,8
Кладоцеры	9,6	31,8	0,050	31,4
Коловратки	12,0	39,0	0,076	47,8-
Меропланктон	–	–	–	–
Количество видов голопланктона	4			
Доминирующие виды	<i>Daphnia pulex</i> , <i>Cyclops scutifer</i> , <i>Brachionus calyciflorus</i> , <i>Brachionus diversicornis</i>			
Зообентос				
Группы организмов	Численность		Биомасса	
	экз./м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Всего	148,5	100,0	5,83	100,0
В т.ч. Личинки хирономид	94,5	63,6	0,72	12,3
Олигохеты	–	–	–	–
Брюхоногие моллюски	54,0	36,4	5,11	87,7
Доминирующие группы	Chironomidae		Viviparidae	

Видовое разнообразие зообентоса, средняя численность и средняя биомасса определялись на основании анализа трех проб. Биомассу и численность бентоса формируют из личинок хироно-

мид и брюхоногих моллюсков. Общая численность зообентоса в летний период составила 208,75 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 13,5 г/м<sup>2</sup> (табл. 1). Наиболее массовый вид в зообентосе – *Chironomus plumosus* (134,65 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 2,2 г/м<sup>2</sup>). В осенний период наблюдается снижение численности и биомассы зообентоса, он также представлен личинками хирономид – *Chironomus plumosus* (94,5 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 0,72 г/м<sup>2</sup>) и брюхоногими моллюсками – *Dreissena* (один вид) – 54,0 экз./м<sup>2</sup> при биомассе 5,11 г/м<sup>2</sup> (табл. 2).

Индекс сапробности по фитопланктону в летний период был равен 2, что позволяет отнести водоем к бета-мезосапробным, было обнаружено 19 сапробионтов. В осенний период индекс сапробности незначительно уменьшился – 1,9, обнаружено 13 сапробионтов.

Бета-мезосапробная зона характеризует водоток, где гниение приближается к минерализации, животные встречаются во множестве, с большим числом видов, в ночное время наблюдается дефицит кислорода в воде, в илах много органического детрита, интенсивно протекают окислительные процессы.

Уровень развития фитопланктона в р. Куматырь чрезвычайно низкий, численность и биомасса организмов на разных участках находятся в пределах естественной вариабельности. При этом в составе фитопланктона обнаружены представители пяти таксономических групп водорослей, однако в зависимости от сезона в водотоке отмечаются представители отличных таксономических групп.

Зоопланктонных организмов в период проведения мониторинга также было чрезвычайно мало. Вследствие низкого уровня развития зоопланктона имеющиеся различия по численности и биомассе в местах отбора на всем протяжении водотока недостоверны и допустимы в ходе естественной вариабельности.

Средние численность и биомасса бентосных организмов на разных участках также находятся в пределах естественной корреляции. Основным видом в составе зообентоса – личинки хирономид.

В соответствии с уровнем развития кормовой базы данный водоток можно охарактеризовать как олиготрофный.

### Литература

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л., 1983. – 239 с.
2. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2 Синезеленые водоросли. – М.: АН СССР, 1953. – 651 с.
3. Дедусенко-Щеголева Н.Т., Матвиенко А.М., Шкорбатов Л.А. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып.8. Зеленые водоросли. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 229 с.
4. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И. Шекунова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 619 с.
5. Киселев И.А. Панцирные жгутиконосцы (*Dinoflagellata*) морей и пресных вод СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 279 с.
6. Киселёв И.А. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 6. Пиропитовые водоросли. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 211 с.
7. Яшинов В.А. Инструкция по сбору и обработке планктона. – М., 1934. – 136 с.
8. Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. – Л.: Наука, 1979. – С. 169–172.
9. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Свободноживущие беспозвоночные (простейшие, черви, щупальцевые). – Киев: Наукова думка, 1968. – 437 с.
10. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Л.: Наука, 1970. – 742 с.
11. Тевяшова О.Е. Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоемах. Методическое руководство (с определителем основных пресноводных видов). – Ростов н/Д., 2009. – С. 82
12. Липин А.Н. Пресные воды и их жизнь. – М., 1950. – 347 с.
13. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Т. 6 / Под ред. С.Я. Цалолыхина. – СПб.: Наука, 2004. – 525 с.
14. Барينوва С.С. Атлас водорослей – индикаторов сапробности. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 364 с.

УДК 597.552.51(282.256.3)

**О.М. Исаева<sup>1</sup>, Н.Д. Гайденок<sup>2</sup>, В.А. Заделенов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003;*

<sup>2</sup>*Красноярский государственный педагогический университет (КГПУ),  
Красноярск, 660049;*

<sup>3</sup>*Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов,  
Красноярск, 660097  
e-mail: nii\_erv@mail.ru*

**СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ПОЛУПРОХОДНЫХ РЫБ  
РЕКИ ЕНИСЕЙ НА ПРИМЕРЕ ДЛИННОЦИКЛОВОГО ВИДА  
*STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* НЕЛЬМА**

Приведены новые сведения о структуре популяции нельмы р. Енисей. Пересмотрена современная размерно-возрастная структура и показана ее роль в формировании жилых популяций нельмы в бассейне р. Енисей и его притоках.

**Ключевые слова:** нельма, популяции, субпопуляции, р. Енисей и его притоки, п. Левинские пески, п. Сумароково.

**O.M. Isaeva<sup>1</sup>, N.D. Gaydenok<sup>2</sup>, V.A. Zadelenov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;*

<sup>2</sup>*Krasnoyarsky State Pedagogical University,  
Krasnoyarsk, 660049;*

<sup>3</sup>*Scientific Research Institute of Ecology of Fishery Reservoirs,  
Krasnoyarsk, 660097  
e-mail: nii\_erv@mail.ru*

**THE STRUCTURE OF SEMI-ANADROMOUS FISH POPULATION  
OF THE YENISEI RIVER ON THE EXAMPLE OF LONG-CYCLE SPECIES  
*STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* INCONNU**

We present new information on the structure of the population inconnu in the Yenisei River. We have revised the modern size-age structure and shown its role in forming residential inconnu populations in the Yenisei River basin and its tributaries.

**Key words:** inconnu, population, subpopulation, Yenisei River and its tributaries, v. Lewinsky Sands, v. Sumarokovo.

Ранее считалось, что нельма в р. Енисей образует две экологические формы: жилую и полу-проходную. Нагульные площади проходной нельмы – дельта и слабо осолоненные участки Енисейского залива. Жилая нельма нагуливается в реке, образуя, по-видимому, серию локальных стад. Нерестилища обеих форм совпадают. Массовое созревание происходит на десятом-одиннадцатом году жизни, иногда на 2–3 года раньше. Основные нерестилища нельмы – протоки Вороговского многоостровья. Соотношение полов сдвинуто в пользу самцов, что объясняется, вероятно, тем, что самцы пропускают между повторными нерестами один нерестовый сезон, а самки – не менее двух сезонов. Но в настоящее время произошли явные изменения в размерно-возрастном составе стада нельмы, а также в связи с зарегулированностью стока произошли изменения и в популяционной структуре стада нельмы р. Енисей. Настоящее исследование проводилось для выявления этих изменений.

## Материалы и методы

В работе использованы собственные и фондовые материалы по исследованию нерестового (Сумароково) 1978–1982 гг. (6589 экз.), 1994–1996 гг. (775 экз.) и нагульного (Усть-Порт – 2005, 105 экз.; Дорофеевск, 163 экз.; Левинские пески, 176 экз. – 1979–1981 гг.) стада нельмы. При сопоставлении размеров рыбы использован коэффициент, учитывающий массонакопление рыбы коэффициент  $l/Q$  – отношение длины тела к массе. Рассчитан показатель температурного ускорения биохимических реакций –  $Q_{10}$ .

## Результаты и обсуждение

Ранее Ф.И. Вовк [6], а в дальнейшем и А.В. Подлесный [10, 12], полагали, что в Енисее существуют две формы нельмы – полупроходная и жилая. У этого вида, подобно омулю и другим сиговым, ярко выражен нерестовый ход (рис. 1). Ареал полупроходной нельмы включал среднее и нижнее течение р. Енисей (от устья р. П. Тунгуски), дельту и эстуарий. В качестве границ ареала жилой формы нельмы вышеназванные авторы указывали Большой Порог и Игарку и показывали перекрытие ареалов обеих форм в местах нерестилищ, которые в период естественного стока р. Енисей локализовались от г. Енисейска ( $58^{\circ}$  N) до г. Игарки ( $67^{\circ}$  N) (рис. 1). Однако как показали дальнейшие исследования, границы ареала жилой формы нельмы значительно шире, чем указанные выше.

При анализе размерно-возрастного состава нельмы из разных участков р. Енисей выяснилось, что рыбы в возрасте  $3+...12+$  лет имеют различную длину и массу, при этом размеры рыб из района п. Сумароково выше таковых из дельты Енисей. Так, в районе Сумароково самцы в возрасте  $7+...14+$  лет имеют длину 67–82 см и массу – 3,5–7,0 кг. В местах нагула размеры этой же возрастной группы значительно меньше: длина – 44–61 см и масса – 0,9–2,4 кг.

Для количественного подтверждения проделанного анализа нами предложен коэффициент  $l/Q$  (отношение длины тела к массе рыбы), на основании которого можно дифференцировать неполовозрелую часть стада нельмы.

Для наглядности нами были выбраны крайние группировки нельмы по показателю  $l/Q$ : условно названные «верхняя» (район Сумароково – Ворогово), «средняя» (район устье р. Бахты – устье р. Курейки) и «нижняя» группировка (район дельты – Дорофеевск, Левинские пески, рр. М. Хета, Танама).

Если принять во внимание тот факт, что в зависимости от температуры воды происходит сдвиг пика активного нерестового хода нельмы: у «нижних» группировок он начинается раньше (рис. 1) – в июне, у «средних» – в июле-августе, и у «верхних» пик активности хода смещается на сентябрь (собственные материалы и данные ФГУ «Енисейрыбвод»), то можно предположить, что это одна и та же проходная нельма поднимается выше по течению. Но согласно данным вылова последних десятилетий проходная часть популяции не поднимается выше р. Курейки, где ее нерестовый ход отмечается уже в начале июня («верхние» популяции). Негативное влияние оказывает браконьерский промысел и перелов последних десятилетий, поставивший популяцию енисейской нельмы на грань полного уничтожения.

Проведенный нами анализ размерно-весовых характеристик показал, что темп роста трех выбранных группировок неполовозрелой части популяции нельмы абсолютно разный. «Нижние» субпопуляции нельмы растут медленнее, чем «верхние», а «средние» субпопуляции представляет собой смешанный тип первых двух групп (рис. 2). Таким образом, можно предполо-

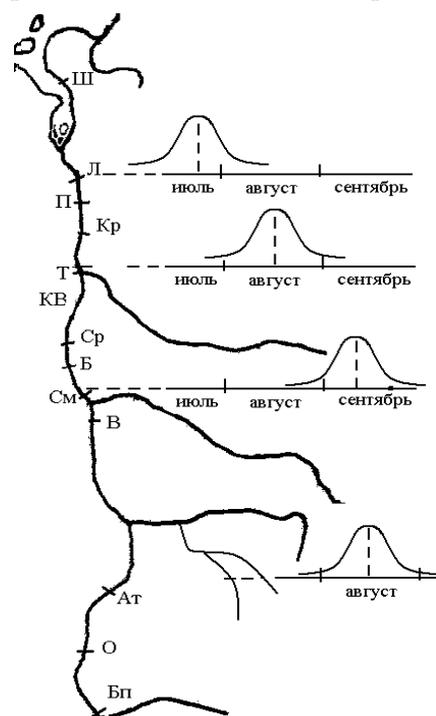


Рис. 1. Характеристика нерестового хода нельмы р. Енисей.

Обозначения: Бп – Большой Порог, О – Означенная, Ат – Атаманово, В – Ворогово, См – Сумароково, Б – Бахта, Ср – Сугрутиха, КВ – Костино – Верецагино, Т – Туруханск, Кр – Карасино, П – Потапово, Л – Левинские пески, Ш – м. Шайтанский

жить, что это не единая группировка, а микс отдельных жилых форм, имеющих различные размерные показатели, сроки нереста, нагула и различные экотопы обитания.

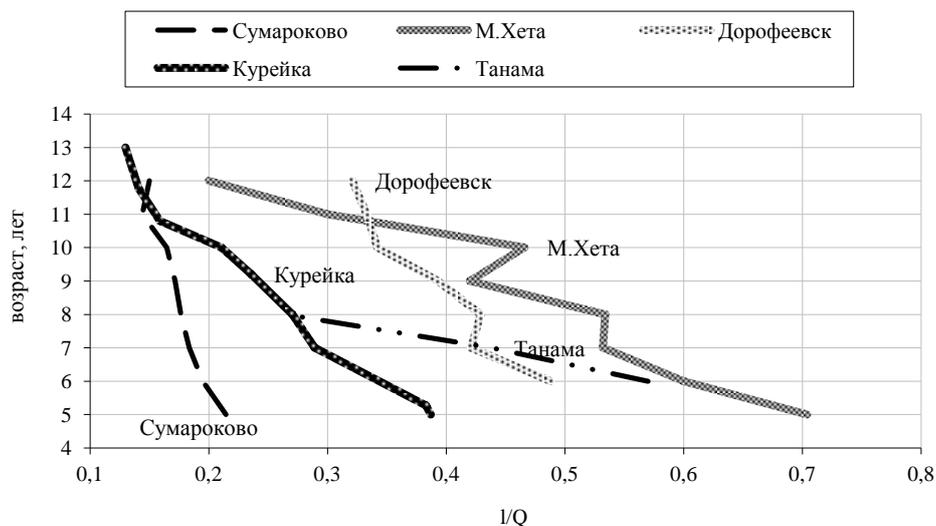


Рис. 2. Отношение длины тела и массы ( $L/Q$ ) нельмы (4+ ... 12+ лет) на различных участках р. Енисей (архивные данные ФГБНУ «НИИЭРВ»)

Зависимость метаболизма рыб, как и других пойкилотермных животных, зависит от температуры окружающей среды, и при ее изменении будут изменяться и биохимические процессы, протекающие в организме. На основании полученных данных рассчитан показатель температурного ускорения биохимических реакций –  $Q_{10}$  нельмы, который имеет значение 4,2, близкое к среднему для других водных животных и рыб в т. ч. (2,2 – 10,9) [1, 7, 16] (рис. 3). Это может быть обусловлено тем, что исследуется отношение биологических показателей, а не сами показатели.

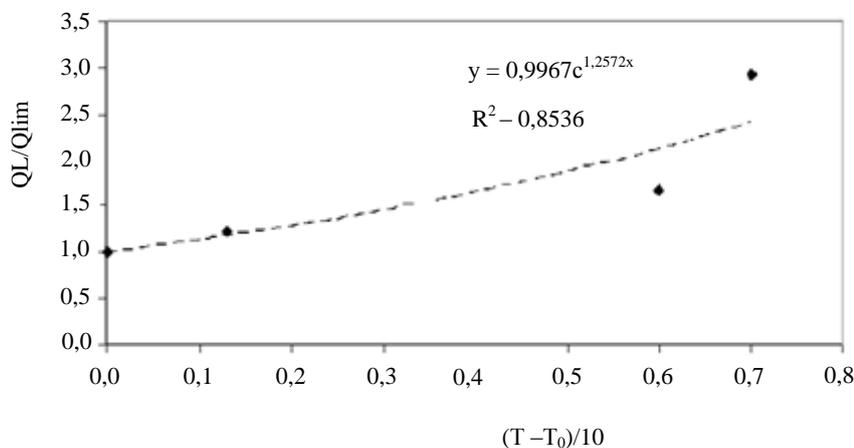


Рис. 3. Зависимость относительного роста молоди нельмы от показателя температурного ускорения биохимических реакций  $Q_{10} = (T - T_0)/10$

153

Помимо температурной дифференциации, указывающей на различные субпопуляции нельмы, локализованные на соответствующих участках Енисея, в 70-х гг. XX в. обнаружены обособленные субпопуляции в ряде других притоков. В исследованиях Г.И. Головки отмечается [3] наличие «жилой» и «полупроходной» форм, заходящих из дельты Енисея и не поднимающихся выше устья р. Вымской в р. Турухан. При этом автор указывает на ежегодный нерест жилой формы в верхнем течении и наличие в уловах рыб различных возрастных групп. Но, по А.В. Подлесному [12], в притоках Енисея и также наиболее крупных его притоках нельма неизвестна, и наши исследования впервые изменяют это положение.

По исследованиям 30-х гг., нерестилища нельмы находились в районах Сумароково – устье р. Б. Пит – Казачинский порог [11, 15]. Согласно данным некоторых авторов [18], в правых при-

токах р. Енисей существуют обособленные местные стада нельмы (см. рис.1). По свидетельству П.В. Тюрин, а в 30-х гг. XX в. нельму ловили в устье р. Ангары в районе Стрелки [15], в районе п. Верхнеимбатский – в притоке р. Сургутиха и в р. Хантайке. В ранних исследованиях также отмечалось наличие Снежнегорского нерестилища нельмы, расположенного на р. Хантайке по строительства Хантайской ГЭС. Таким образом, можно провести аналогию с исследованиями А.Ф. Устюгова по карской ряпушке и допустить наличие двух форм нельмы – первичной (нерестящейся в Енисее) и более поздней, проникшей в Енисей [17].

В работе Г.И. Головки [3] говорится, что нельма использует для питания тихие, мелкие плесы (где много молоди других видов), а таких участков в горном по характеру Енисее в верхнем и среднем течении и его притоках не так уж много. Однако дельта и губа, по сути, представляют собой именно такой плес, являющийся выростным районом для молоди сиговых рыб. Кроме того, в Енисейском заливе, где также встречалась нельма, преобладают именно младшие возрастные классы сиговых рыб. Таким образом, второе объяснение природы «низовых» субпопуляций нельмы, это активное хищничество, в очень раннем возрасте по достижении длины 5 см.

Итак, имеются две гипотезы дифференциации популяций нельмы в р. Енисей:

- 1) геологическое прошлое р. Енисей;
- 2) наличие выростных районов (песов) для молоди нельмы.

Они тесно переплетены между собой, но механизм «выростной площади» действует постоянно, независимо от удаленности моря или даже полного отсутствия. Вдобавок ко всему, очевидным фактом является то, что в основном русле р. Енисей отсутствует достаточное количество плесов для откорма молоди нельмы, поэтому наиболее предпочтительной становится нынешняя устьевая область р. Енисей и Енисейская губа. В то же время в результате сокращения морских трансгрессий [4] как в самом Енисее, так и в его придаточной сети образовывались местные субпопуляции, типа «верховой» туруханской нельмы, а также субпопуляции крупных и мелких притоков Енисея. Поэтому очевидно, что геологические причины играли наиболее важную роль в прошлом, а значит и в становлении популяционной структуры нельмы.

Согласно своему поведению нельма является активным хищником, для нее как «разумного хищника» (цит. по [2]) характерны следующие формы поведения. Во-первых, нельме свойственно «разграничивать» свои и чужие охотничьи участки, во-вторых, охранять свою охотничью территорию, а для такой крупной рыбы охотничий участок тоже должен быть достаточным (как минимум 500 м). Эта же форма поведения свойственна всем пресноводным лососям и хариусу [16]. Острота зрения позволяет нельме активно проявлять свои хищнические инстинкты уже в раннем возрасте (малек), рост в длину преобладает над весовым ростом уже на стадии свободной личинки до стадии малька, фактически за одно лето нельма способна вырастать от 1,1 до 9,8 см [8], тем самым выходя из-под пресса других хищников (например, щуки). В мелких пойменных озерах, куда мальки пассивно скатываются с нерестилищ, происходит их быстрый рост, к концу лета на первом году жизни нельма уже достигает длины 12–15 см. Те же данные были зафиксированы нами в районе нерестилищ в районе Сумароково – Ворогово, что позволяет предположить, что вся акватория р. Енисей «разделена» между различными крупными группировками нельмы на охотничьи участки, которые и обеспечивают ее потребности (как на нагуле, так и во время нереста).

Перейдем к анализу полевых данных по нельме для различных участков Енисея. Рассмотрим рис. 4, где показано размерно-возрастное распределение нельмы в Енисейской губе и на нерестилищах у п. Сумароково. Отсюда видно, что за исключением одного экземпляра, распределения не пересекаются. Это означает, что для данных участков схема А.В. Подлесного [12] о наличии всего двух форм (жилой и полупроходной) в настоящее время не отражает действительной популяционной структуры нельмы.

Добавим сюда размерно-возрастное распределение нельмы на Левинских песках (рис. 4), которое, можно сказать, органически дополняет картину и как нельма лучше вписывается в схему А.В. Подлесного, и она оказывается, по крайней мере, на визуальном уровне, корректной для миграций нельмы. Однако необходимо познакомиться с тем, что дают статистические критерии.

Добавим к рис. 5 распределение степени не значимости различий по t-критерию Стьюдента. Для тех возрастов, где имеется число экземпляров позволяющее вычислить среднее значение и дисперсию, получено (рис. 6). Отсюда видно, что подавляющая часть возрастов (15+ ... 22+ лет) достоверно различается по средним значениям, т.к. степень не значимости различий равна 0.0000001. Для остальных возрастов (14+, 23+ ... 25+ лет), где число экземпляров для анализа было в пределах 2–6, степень не значимости различий даже не доходит до практической ошибки.

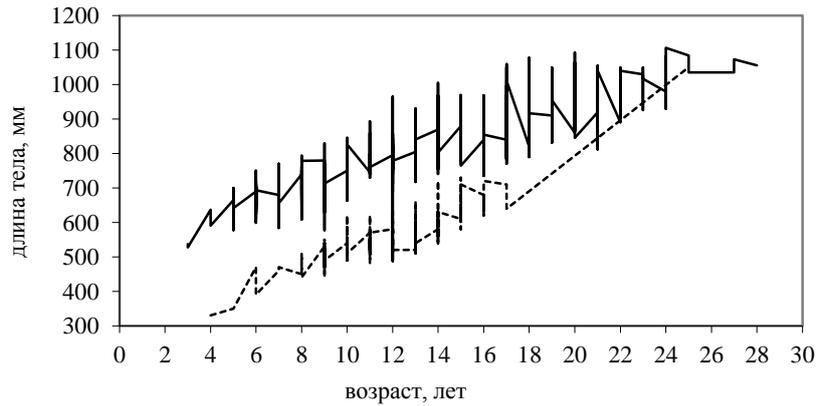


Рис. 4. Размерно-возрастное распределение нельмы на нагуле в Енисейской губе (п. Дорофеевское – «нижние» субпопуляции) и на нерестилище (п. Сумароково – «средние» субпопуляции)

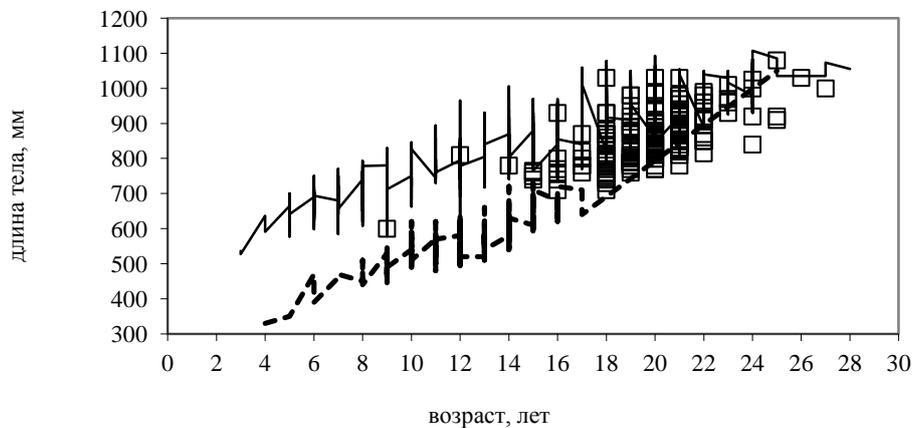


Рис. 5. Размерно-возрастное распределение нельмы в Енисейской губе (п. Дорофеевское), на Левинских песках («нижние» субпопуляции) и на нерестилище (п. Сумароково – «средние» субпопуляции)

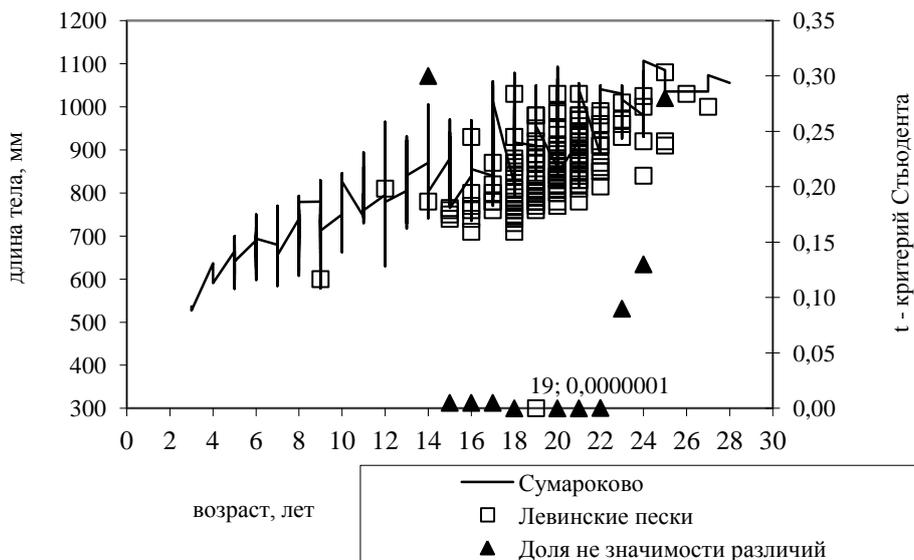


Рис. 6. Размерно-возрастное распределение нельмы на Левинских песках («нижние» субпопуляции) и на нерестилище (п. Сумароково – «средние» субпопуляции) (слева) и степени незначимости различий по t-критерию Стьюдента (справа)

Более детальный статистический анализ размерных распределений нельмы по конкретным возрастам рассмотрен ниже. Здесь были проведены следующие процедуры анализа:

1. Определение критериев проверки различий средних «Z-критерия», критерия Стьюдента  $T_{st}$  и критерия согласия Колмогорова – Смирнова  $\lambda(n, m)$ . Они приводятся в табл. 1–3.

2. Медианное сглаживание исходных выборок, которое более адекватно позволяет выявить картину событий (рис. 8–10).

Таблица 1

**Величины статистических критериев проверки гипотез Z и  $T_{st}$  и согласия Колмогорова – Смирнова  $\lambda(n, m)$  по рисунку 7**

Z =	$T_{st}$	$T_{st}^T(0.001)$	$\lambda_{100/6}$	$\lambda_{6/6}$	$\lambda_T(0.01)$
2.23	3.44	3.385	2.43	1.77	1.36

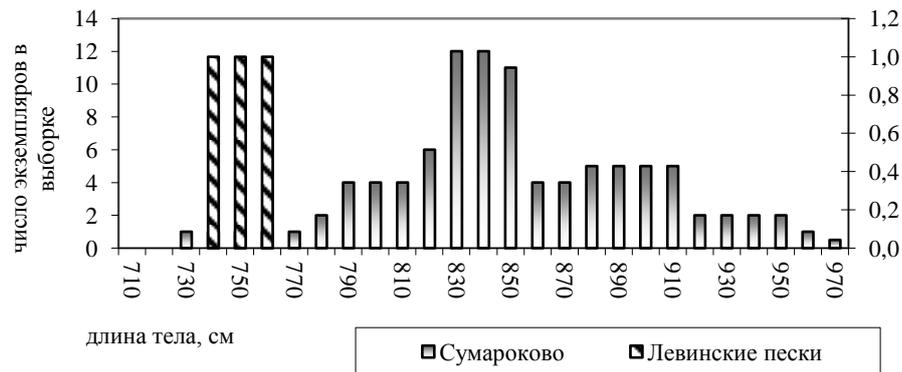


Рис. 7. Медианное сглаживание размерного распределения нельмы возраста 16+ лет «нижних» субпопуляций (на Левинских песках) и «средних» субпопуляций (п. Сумароково)

Как видно из рис. 7, для возраста 16+ лет происходит перекрытие размерных распределений субпопуляций «нижней» (Левинских песков) и «средней» (Сумароково). Но степени незначимости различий по указанным критериям говорят о том, что более 99% «нижней» субпопуляции отсутствует на «средних» нерестилищах (Сумароково). И в соответствии с величиной степени незначимости различий причиной перекрытия может быть только ростовая дивергенция сумароковской («средней») субпопуляции.

Таблица 2

**Величины статистических критериев проверки гипотез Z и  $T_{st}$  и согласия Колмогорова – Смирнова  $\lambda(n, m)$  по рисунку 8**

Z =	$T_{st}$	$T_{st}^T(0.000005)$	$\lambda_{20/38}$	$\lambda_{20/20}$	$\lambda_T(0.01)$
5.05	5.18	5.032	3.45	3.01	1.36



Рис. 8. Размерное распределение нельмы возраста 21+ лет «нижних» субпопуляций (на Левинских песках) и «средних» субпопуляций (п. Сумароково)

Подобные заключения можно сделать и для возраста 21+ лет (рис. 8 и табл. 2). Медианное сглаживание позволяет также определить кратность нереста нельмы, которая равна 4.

Для возраста 23+ лет после медианного сглаживания просто отсутствует перекрытие распределений (рис. 9). Поэтому здесь были рассчитаны только критерии проверки гипотез  $Z$  и  $T_{st}$  (табл. 3).

Таблица 3

Величины статистических критериев проверки гипотез  $Z$  и  $T_{st}$  по рисунку 9

$Z$	$T_{st}$	$T_{st}^T(0.07)$
1.99	2.04	1.974

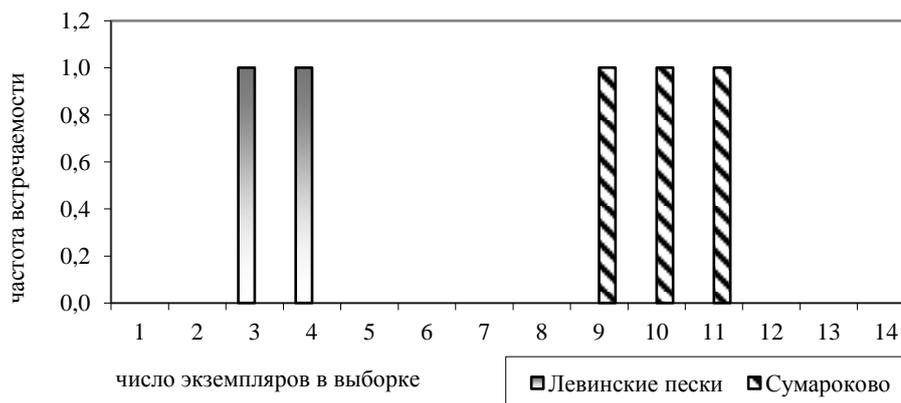


Рис. 9. Размерное распределение нельмы возраста 23+ лет «нижних» субпопуляций (на Левинских песках) и «средних» субпопуляций (п. Сумароково)

Полученные результаты убедительно говорят о том, что практически вся (даже с учетом ростовой дивергенции) «нижняя» субпопуляция нельмы, отловленная на Левинских песках, либо не доходит до нерестилищ (п. Сумароково), либо поднимается выше него.

Продолжая анализ «средних» субпопуляций нельмы, можно полагать, что сумароковская субпопуляция представляет собой вообще отдельную группировку со своей размерно-возрастной характеристикой, ареал обитания которой ограничен окрестностями мест своего нереста (т. е. довольно небольшой участок) и представляет в настоящее время предмет потребительского, лицензионного, а также браконьерского промысла. Помимо указанной «средней» субпопуляции на нерестилищах Сумароково могут нереститься также и другие субпопуляции, обладающие близкими размерно-весовыми характеристиками. В придаточной системе р. Енисей могут таким же образом существовать и другие «жилые» субпопуляции нельмы, например в верховьях р. Турухан или нижнего течения р. Курейки.

### Выводы

Таким образом, схема миграций нельмы подобна низовой популяции осетра [2, 5], она либо поднимается до района Костино – Верещагино, либо рассеивается мелкими партиями по акватории среднего течения р. Енисей и его притоков, где нерестится, а затем скатывается в устьевую область основного русла р. Енисей для нагула в течение трех-четырёх лет, далее этот цикл повторяется.

В качестве источника пополнения «нижних» субпопуляций можно рассматривать вынос мальков во время паводка с различных нерестилищ, разбросанных ныне по всему среднему течению, части нижнего течения р. Енисей и его притоков. В период естественного стока Енисея (до строительства Красноярской ГЭС) вынос мальков паводком происходил также и из его верхнего течения.

### Литература

1. Биоэнергетика и рост рыб. – М.: Легкая пром-сть, 1983. – 406 с.
2. Гайденок Н.Д., Заделёнов В.А., Чмаркова Г.М. Некоторые проблемы исследования популяции осетра р. Енисей // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. – Красноярск: КНИИГиМС, 2004. – Вып. 6. – С. 43–47.

3. Головкин Г.И. Состояние рыбных запасов реки Турухан и меры их рационального использования // Отчет по х/д теме с Крас-им рыбопром объедин. Науч. рук. Гундризер А.Н. – Томск, 1971. – 170 с.
4. Данилов И.Д., Власенко А.Ю., Луковкин Д.С. Формирование криогенной экосистемы Арктического океана // Геоэкология. – 2000. – № 3. – С. 197–206.
5. Заделёнов В.А., Гайденок Н.Д. К структуре популяции сибирского осетра р. Енисей // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Материалы докладов 4 Международ. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во ВНИРО. – 2006. – С. 199–202.
6. Исаченко В.Л. Рыбы Туруханского края, встречающиеся в Енисее // Материалы по исследованию р. Енисей в рыбопромысловом отношении. – Красноярск, 1912. – Т. 1. – Вып. 6. – 111 с.
7. Карамушко Л.И. Биоэнергетика рыб северных морей. – М.: Наука. – 2007. – 252 с.
8. Макеева А.П., Павлов Д.С. Ихтиопланктон пресных вод России (Атлас). – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 216 с.
9. Остроумов Н.А. Рыбы и рыбный промысел р. Пясины. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – Вып. 30. – 115 с.
10. Пирожников П.Л. Сиговые рыбы сибирских рек // Изв. ВНИОРХ. – М., 1949. – Т. 44. – С. 97–179.
11. Подлесный А.В., Лобовикова А.А., Вовк Ф.И. Рыбное хозяйство на р. Енисее (от г. Красноярска до р. Курейки) // Рукописный фонд ФГНУ «НИИЭРВ». – 1939. – Т. 3. – Ч. 1, 2. – 569 с.
12. Подлесный А.В. Рыбы р. Енисей, условия их обитания и использование // Изв. ВНИОРХ. – М.: Пищепромиздат. – 1958. – Т. 44. – С. 97–178.
13. Попов П.А., Головкин Г.И. Состояние рыбных запасов реки Танама и меры их рационального использования // Отчет по х/д теме с Крас-им рыбопром. объедин. Науч. рук. Головкин В.И. – Томск, 1974. – 70 с.
14. Сакс В.Н. Условия образования донных осадков в арктических морях СССР // Тр. НИИГА. – Л.-М., 1952. – 140 с.
15. Тюрин П.В. Предварительный отчет о работах по научно-промысловому обследованию р. Енисей в районе г. Красноярска, устье р. Ангары, проведенному в 1928 г. // Рукописный фонд ФГНУ «НИИЭРВ», 1928. – Т. 5. – 38 с.
16. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 324 с.
17. Устюгов А.Ф. О происхождении двух экологических форм сибирской ряпушки *Coregonus albula sardinella* (Val.) бассейна реки Енисей // Вопросы ихтиологии. – 1976. – С. 773–783.
18. Филиппов К.А., Башимаков В.Н. Предварительный отчет по изучению нерестилищ нельмы, ряпушки и муксуна р. Енисей // Рукописный фонд ФГНУ «НИИЭРВ», 1937. – Т. 6. – 51 с.

УДК 574.587(285.2:470.630)

**Г.И. Карнаухов, А.С. Злотников**

*Краснодарское отделение Азовского научно-исследовательского  
института рыбного хозяйства,  
Краснодар, 350000  
e-mail: gik23@mail.ru*

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ЗООБЕНТОСА И ЕГО РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ  
РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ  
КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

Обсуждаются данные о современном видовом составе макрозообентоса в водохранилищах Ставропольского края. Приводятся сведения о средней биомассе зообентоса по каждому исследованному водоему, возможному приросту ихтиомассы бентофагов и средней рыбопродуктивности.

**Ключевые слова:** зообентос, видовой состав, величина биомассы, ихтиомасса, рыбопродуктивность.

**G.I. Karnaukhov, A.S. Zlotnikov**

*Krasnodar branch of Azov Fisheries Research Institute,  
Krasnodar, 350000  
e-mail: gik23@mail.ru*

**SPECIES COMPOSITION OF ZOOBENTHOS AND ITS ROLE  
IN FISH CAPACITY IN SOME MULTIPLE-PURPOSE RESERVOIRS  
OF THE STAVROPOL REGION**

The data on modern species composition of benthic invertebrates in the reservoirs of the Stavropol region are discussed. The information on the average biomass of zoobenthos for each investigated reservoir, the possible growth of benthos feeder ichthyomass and the average fish capacity is provided.

**Key words:** zoobenthos, species composition, amount of biomass, ichthyomass, fish capacity.

Ставропольский край располагает значительным фондом пресноводных водоемов, который превышает 50 тыс. га и представлен в основном русловыми водохранилищами. Водоемы комплексного назначения характеризуются высокой степенью эвтрофности и большим продукционным потенциалом.

Исследования макробентоса в водохранилищах Ставропольского края практически не велись. Наиболее хорошо изучен бентос Чограйского водохранилища. Исследования макрозообентоса водохранилища были начаты в первые годы его становления и продолжаются на протяжении последних 50 лет [1–5 и др.].

Изучение бентосных организмов проводилось с целью определения рыбохозяйственного значения водоема и его потенциальной рыбопродуктивности. Макробентос был изучен в четырех водохранилищах: Новотроицкое, Волчьих врата, Мокрая Буйвола и Отказненское.

Водоохранилища отличаются от естественных водоемов, прежде всего, площадью, уровнем режимом и регулированием водопусков, поэтому происходящие в них гидрологические, гидрохимические и гидробиологические процессы сильно отличаются от таковых в природных водоемах. Основные факторы, которые влияют на процессы, происходящие в водоеме – водообмен и уровень режим. Водообмен в водохранилищах разного типа составляет от месяца (Новотроицкое водохранилище) до года (водохранилище Мокрая Буйвола). Амплитуда колебаний уровня воды так же меняется в широких пределах – от нескольких десятков сантиметров (водохранилище Волчьих врата) и до метра и более (Отказненское водохранилище).

Зообентос исследованных водохранилищ Ставропольского края представлен личинками хирономид, олигохетами, ракообразными моллюсками и личинками насекомых. Всего отмечено в зообентосе исследованных водоемов 43 вида. За период исследований водоемов были идентифицированы 21 вид хирономид, 9 видов олигохет, 11 видов моллюсков (табл.).

Таблица

Видовое разнообразие бентоса в исследованных водоемах

Вид	Новотроицкое водохранилище	Водохранилище Волчьих ворот	Отказненское водохранилище	Водохранилище Мокрая Буйвола
<i>Хирономиды</i>				
<i>Chironomus annularius</i>	+	+	+	+
<i>Ch. balatonicus</i>	+	–	+	–
<i>Ch. bernensis</i>	+	+	+	+
<i>Ch. melanescens</i>	+	+	–	–
<i>Ch. nuditarsis</i>	–	+	–	+
<i>Ch. pallidivittatus</i>	–	+	+	+
<i>Ch. paripes</i>	+	+	+	+
<i>Ch. piger</i>	–	–	+	+
<i>Ch. plumosus</i>	+	+	+	+
<i>Ch. salinarius</i>	–	–	–	+
<i>Ch. semireductus</i>	+	–	+	+
<i>Ch. thummi</i>	+	+	+	+
<i>Ch. usenicus</i>	+	+	+	+
<i>Cricotopus silvestris</i>	–	–	+	+
<i>Dicranota bimaculata</i>	+	+	+	+
<i>Pedicia rivosa</i>	+	+	–	+
<i>Procladius choreus</i>	+	+	+	–
<i>Ptychoptera</i> sp.	+	–	–	+
<i>Tanyptus monilis</i>	+	+	+	+
<i>T. varlus</i>	+	+	–	+
<i>Tipula maxima</i>	–	+	+	+
<b>Количество видов, ед.</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>18</b>
<i>Олигохеты</i>				
<i>Criodrilus lacuum</i>	+	+	+	+
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	–	–	+	+
<i>L. profundicola</i>	+	+	+	+
<i>L. michaelsoni</i>	–	+	–	+
<i>Pisidium amnicum</i>	–	–	+	+
<i>Pristina longiseta</i>	+	+	+	+
<i>Potamothenis hammoniensis</i>	–	–	–	+
<i>Stylaria lacustris</i>	+	+	+	+
<i>Tubifex tubifex</i>	+	+	+	+
<b>Количество видов, ед.</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
<i>Мизиды</i>				
<i>Paramysis lacustris</i>	+	+	+	–
<b>Количество видов, ед.</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<i>Гаммариды</i>				
<i>Gammarus pulex</i>	+	+	+	+
<b>Количество видов, ед.</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<i>Моллюски</i>				
<i>Anisus vortex</i>	+	–	–	–
<i>Bithynia tetacolata</i>	+	+	+	+
<i>Dreissena polymorpha</i>	+	+	+	+
<i>Mellanoides tuberculata</i>	+	–	+	–
<i>Lymnaea auricularia</i>	+	–	+	–
<i>L. ovata</i>	+	+	+	–
<i>L. stagnalis</i>	+	+	+	+
<i>Physa fontinalis</i>	+	+	+	+
<i>Planorbis cornutus</i> var. <i>rubra</i>	+	+	+	+
<i>Viviparus viviparus</i>	+	+	+	+
<i>Unio</i> sp.	+	+	+	+
<b>Количество видов, ед.</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>7</b>
<b>Итого видов, ед.</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>35</b>

Вид	Новотроицкое водохранилище	Водохранилище Волчьих ворот	Отказненское водохранилище	Водохранилище Мокрая Буйвола
<i>Личинки насекомых</i>				
<i>Larve Coleoptera</i>	+	+	+	+
<i>Larve Diptera</i>	+	+	+	+
<i>Larve Ephemeroptera</i>	+	+	+	+
<i>Larve Odonata</i>	+	+	+	+
<i>Larve Plecoptera</i>	+	+	+	+
<i>Larve Trichoptera</i>	+	+	+	+

Среди моллюсков наибольшего развития, особенно в водохранилищах Волчьих ворот и Новотроицком, получила дрейссена. Кроме дрейссены в составе зообентоса в незначительных количествах отмечены перловица (*Unio* sp.), физа (пузырчатая улитка) – *Physa fontinalis*, битиния – *Bithynia tetacolata*, песчаная мелания – *Melanoides tuberculata*, роговая катушка – *Planorbium corneum* var. *rubra*, катушка завернутая – *Anisus vortex*, лужанка – *Viviparus viviparus*, прудовик овальный – *Lymnaea ovata*, прудовик уховидный – *Lymnaea auricularia* и прудовик обыкновенный – *Lymnaea stagnalis*.

В зообентосе сезонно встречались личинки водяных жуков, стрекоз, поденок, ручейников и др., которые не определялись до вида.

Наиболее интенсивное развитие зообентоса наблюдается в конце мая – начале июня, что связано с массовым развитием хирономид, олигохет и моллюсков. Брюхоногие и двустворчатые моллюски встречаются повсеместно, но биомасса их незначительна.

Высшие ракообразные – мизиды и гаммариды в водоемах, на которых были созданы водохранилища, отсутствовали. Некоторые авторы [6] считают, что эти кормовые организмы проникли в водоемы Ставропольского края и распространились повсеместно через системы ирригационных каналов, однако их численность незначительна и составляет около 3–4 экз./м<sup>2</sup>. Связано это прежде всего с тем, что песчаные и песчано-глинистые грунты в водохранилищах, на которых обитают ракообразные, имеют незначительные площади. В пробах были обнаружены мизиды (*Paramysis lacustris*) и гаммарус (*Gammarus pulex*).

В зообентосе водохранилищ отмечено также наличие гидроидных полипов, водных пауков, нематод, ракушковых раков и статобласты мшанок.

Для определения относительного годового прироста ихтиомассы бентофагов в исследованных водохранилищах использованы: показатель Р/В-коэффициента – 3,5; кормовой коэффициент – 21; коэффициент использования кормовой базы рыбами – 40% [7].

**Новотроицкое водохранилище.** Руслонное водохранилище, создано на р. Большой Егорлык в 1952 г. и входит в состав Кубань-Егорлыкской обводнительно-оросительной системы. Площадь зеркала водоема при НПУ составляет 1800 га. Средняя глубина – 7,0 м, максимальная глубина – 18,0 м.

Вода Новотроицкого водохранилища гидрокарбонатно-кальциевая, она является питьевой водой с малой жесткостью. Минерализация воды колеблется от 320 до 485 мг/л. Содержание кальция выше содержания магния.

На водоеме создан зоологический заказник, занимающий юго-западную часть водохранилища площадью 900 га. Здесь охраняются водоплавающие птицы и ондатра. Заказник создан для воспроизводства и сохранения редких и ценных видов птиц и млекопитающих.

В зообентосе водохранилища обнаружены личинки хирономид, олигохеты, мизиды, гаммариды, моллюски и личинки насекомых. Всего отмечено в зообентосе Новотроицкого водохранилища 33 вида. Несмотря на видовое многообразие, показатели обилия зообентоса в среднем невысокие. Биомасса мягкого бентоса колеблется в течение вегетационного сезона от 0,18 до 0,42 г/м<sup>2</sup> при доминировании личинок хирономид и гаммарид (при среднем значении – 0,38 г/м<sup>3</sup>).

Следует отметить, что среди моллюсков доминирует *Dreissena polymorpha*, которая составляет 90% биомассы моллюсков, ее численность в отдельных местах достигает 450 экз./м<sup>2</sup>.

По водоему дрейссена распределена крайне неравномерно. Основные биотопы моллюска сосредоточены в восточной, юго-восточной и южной частях водохранилища. В популяции дрейссены доминируют особи размерами 2,0–3,5 см. Массовое развитие *Dreissena polymorpha*, особенно в июле – августе, приводит к мощному обрастанию гидротехнических сооружений

Ставропольской ГРЭС, образуя отдельные скопления с биомассой до 5,8 кг/м<sup>2</sup>. Средняя биомасса кормовой дрейссены не превышает 2,7 г/м<sup>2</sup> в пересчете на общую площадь водохранилища.

Основным фактором, лимитирующим численность бентофагов в Новотроицком водохранилище, является недостаток необходимого количества корма. Кормовой зообентос может обеспечить общий прирост ихтиомассы за вегетационный период около 20,8 т, а рыбопродуктивность на уровне 11,6 кг/га.

**Отказненское водохранилище** сдано в эксплуатацию в 1966 г. Водохранилище русловое, занимает пойму р. Кума между селами Отказное и Солдато-Александровское в Советском районе Ставропольского края в районе слияния рек Кума и Золка. Водоем предназначен для регулирования стока р. Кума, а также для гарантированного удовлетворения всех водопотребителей и орошения пойменных земель в нижнем бьефе.

Площадь зеркала водоема при НПУ составляет 1920 га. Средняя глубина – 5,4 м, максимальная глубина – 9,0 м. Вода в Отказненском водохранилище высокоминерализована, содержание солей составляет 0,8–1,38 г/л. В общей сумме минеральных веществ количественно преобладают сульфатные ионы. По солевому составу вода водохранилища относится к сульфатно-хлоридному типу.

Зообентос водоема представлен личинками хирономид, олигохетами, ракообразными, моллюсками и личинками насекомых. Всего отмечено в зообентосе Отказненского водохранилища 34 вида. Наиболее интенсивное развитие зообентоса наблюдали в мае преимущественно за счет развития хирономид и олигохет. Все остальные группы зообентоса не отличались высокими показателями биомассы. Средняя биомасса зообентоса за вегетационный период составляет около 4,5 г/м<sup>2</sup>, численность – 234 экз./м<sup>2</sup>, доля мягкого бентоса превышает 82,3%.

Брюхоногие моллюски и перловица встречаются редко и существенного влияния на биомассу зообентоса не оказывают. Биомасса дрейссены в среднем по водоему не превышает 0,78 г/м<sup>2</sup>.

Кормовые ресурсы по бентосу в водохранилище находятся на высоком уровне и способны обеспечить годовой прирост ихтиомассы бентофагов около 37,6 т, а рыбопродуктивность – 19,8 кг/га.

**Водоохранилище Волчьих ворот** построено в середине 50-х гг. на р.Томузловка Ставрополя. Его площадь при НПУ равна 552 га, средняя глубина водохранилища – 5,2 м, максимальная – 8,8 м. Минерализация воды в водоеме колеблется от 0,4 до 1,0 г/л. Водохранилище питается паводковыми водами рек Томузловка и Журавка. С апреля по октябрь водохранилище подпитывается водой системы БСК-2 через Александровский распределитель.

Зообентос водохранилища Волчьих ворот представлен личинками хирономид, олигохетами, ракообразными, моллюсками и личинками насекомых. Всего отмечено в зообентосе озера 32 вида. Наиболее разнообразен видовой состав хирономид, из которых повсеместно отмечены представители родов *Chironomus* и *Tanypus*. Наиболее интенсивное развитие зообентоса наблюдали в конце мая – начале июня, что связано с массовым развитием хирономид и олигохет.

Двустворчатые моллюски в основном представлены дрейссеной, перловица встречается редко. Основные биотопы *Dreissena polymorpha* сосредоточены в центральной и восточной частях водохранилища. Средняя биомасса моллюска в пересчете на площадь водохранилища достигает 4,7 г/м<sup>2</sup>.

Средняя биомасса мягкого зообентоса за вегетационный период составляет 3,87 г/м<sup>2</sup>, численность – около 248 экз./м<sup>2</sup>.

**Водоохранилище Мокрая Буйвола** является пойменным, образовано в долине р. Мокрая Буйвола. Площадь водоема при НПУ – 750 га. Водохранилище разделено дамбой на два участка: верхнюю (250 га) и нижнюю (500 га) части. Водоем мелководный, средняя глубина – 1,3 м, максимальная глубина – 4,3 м.

Вода озера высокоминерализована, общее содержание солей колеблется от 2,0 до 3,5 г/л с преобладанием сульфатных ионов. По солевому составу вода в озере относится к хлоридно-сульфатному типу.

Зообентос водохранилища Мокрая Буйвола представлен личинками хирономид, олигохетами, ракообразными, моллюсками и личинками насекомых. Всего отмечено в зообентосе озера 35 видов. Наиболее разнообразен видовой состав хирономид. Во все сезоны как по биомассе, так и по численности доминируют хирономиды, на долю которых в среднем приходится 78,2%.

Моллюски в водохранилище Мокрая Буйвола не получили массового развития. Средняя биомасса зообентоса за вегетационный период составляет около 5,24 г/м<sup>2</sup>, численность – около 411 экз./м<sup>2</sup>, на долю моллюсков приходится 12,6%.

Кормовые ресурсы по бентосу в водохранилище находятся на высоком уровне и представлены в основном мягкими компонентами, которые способны обеспечить годовой прирост ихтиомассы 12,9 т, а рыбопродуктивность – 17,2 кг/га.

Впервые для четырех водоемов комплексного назначения Ставропольского края приведен современный таксономический состав бентических организмов (43 вида). Наибольшее разнообразие отмечено среди хирономид (21 вид), из которых повсеместно встречались следующие виды: *Chironomus annularius*, *Ch. bernensis*, *Ch. Paripes*, *Ch. plumosus*, *Ch. thummi*, *Ch. usenicus* и *Tanypus monilis*.

Олигохеты представлены девятью видами, во всех водоемах отмечено четыре вида – *Criodrilus lacuum*, *Limnodrilus profundicola*, *Stylaria lacustris* и *Tubifex tubifex*.

Среди моллюсков наибольшее развитие получила дрейссена. По видовому разнообразию выделяются Новотроицкое (11 видов) и Отказненское водохранилища (10 видов). Повсеместно отмечены следующие виды моллюсков: *Bithynia tetacolata*, *Dreissena polymorpha*, *Lymnaea stagnalis*, *Physa fontinalis*, *Planorbarius corneus* var. *tubra*, *Viviparus viviparus* и *Unio* sp.

Хорошее развитие кормового зообентоса в водохранилище Волчьих ворот делает его наиболее продуктивным из изученных водоемов комплексного назначения, наименьшая рыбопродуктивность отмечена в Новотроицком водохранилище.

### Литература

1. Круглова В.М. Изучение кормовой базы рыб и перспективная рыбопродуктивность Чограйского водохранилища. – Ростов н/Д.: Ростов. ун-т, 1971. – 29 с.
2. Никитина Н.К., Москул Г.А. Использование Чограйского водохранилища в рыбохозяйственных целях // Рыбохозяйственное освоение водоемов комплексного назначения. – М.: Наука, 1978. – С. 56–58.
3. Разработать рыбоводно-биологическое обоснование рыбохозяйственного использования Чограйского водохранилища, озер и других водоемов комплексного назначения // Отчет КрасНИРХа. – Краснодар, 1999. – 37 с.
4. Никитенко Е.В. Чограйское водохранилище как источник расселения *Dreissena polymorpha* (Pall.) во внутренних водоемах Калмыкии // Актуальные вопросы экология охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: XXI междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: Кубан. гос. ун-т, 2008. – С. 94–95.
5. Никитенко Е.В. Макробентос водоемов долины Восточного Маныча: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Борок, 2014. – 24 с.
6. Москул Г.А., Гаврикова Е.Г., Никитина Н.К. Современное состояние и пути развития рыбного хозяйства на водохранилищах Краснодарского и Ставропольского краев // Рыбохозяйственное освоение водохранилищ Северного Кавказа: Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. – Краснодар, 1982. – С. 73–96.
7. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам. Приказ Росрыболовства от 25.11.2011 № 1166. – М., 2012. – 97 с.

УДК 597.552.3(265.51)

**В.И. Карпенко<sup>1</sup>, К.И. Айтукаев<sup>1</sup>, С.В. Куприянов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский*

<sup>2</sup>*Камчатский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский  
e-mail: karpenko\_vi@kamchatgtu.ru*

## **ТЕМП РОСТА МАЛОРОТЫХ КОРЮШЕК СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ**

В статье дана характеристика размерно-возрастного состава и темпа роста малоротых корюшек в трех бухтах Карагинского залива. Установлена сходная картина темпа роста рыб, определенного по наблюдаемым и расчетным данным, которые можно использовать при определении запаса и величины вылова конкретных популяций.

**Ключевые слова:** малоротые корюшки, размерно-возрастной состав, наблюдаемые и расчетные данные, темп роста, зависимость длины и массы рыб, достоверность различий, возможность оценки запаса и вылова.

**V.I. Karpenko<sup>1</sup>, K.I. Aytukayev<sup>1</sup>, S.V. Kupriyanov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky*

<sup>2</sup>*Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Petropavlovsk-Kamchatsky  
e-mail: karpenko\_vi@kamchatgtu.ru*

## **GROWTH RATE OF POND SMELT IN NORTHEAST KAMCHATKA**

The characteristic of size-age composition and growth rate of pond smelt in three bays of the Karaginsky Gulf is given. The similar results of the fish growth rate are established. It is determined on the basis of real and estimated data which can be used for determining stocks and value of catch of specific populations.

**Key words:** pond smelt, size-age composition, real and estimated data, growth rate, dependence of length and weight of fish, statistical significance, possibility of assessing stocks and catches.

### **Введение**

Знание закономерностей роста рыб необходимо как для оценки условий их обитания, так и для разработки стратегии эксплуатации популяций. Род *Hypomesus* включает в себя три основных, на Камчатке наиболее часто встречаются два из них: морская малоротая корюшка (*H. japonicus*) (Brevoort, 1856) и обыкновенная малоротая корюшка (*H. oloidus*) (Pallas, 1814). В прибрежных и внутренних водоемах Камчатки малоротые корюшки являются одними из наиболее массовых видов рыб, интенсивно используемых рыболовством. Их рост является одним из важнейших биологических процессов, и его изучение играет ключевую роль при определении запаса и величины вылова. Оба вида малоротых корюшек практически всегда встречаются в совместных уловах как промысловиков, так и рыболовов-любителей, а их разделение по видам без вскрытия рыб затруднительно и обычно не выполняется [1].

В связи с последним обстоятельством для характеристики биологической структуры малоротых корюшек используются материалы из общих уловов обоих видов, что позволяет применять их для оценки запасов. С этой целью обычно используются размерно-весовой состав и характеристика роста рыб, необходимые для расчета биомассы поколений и определения величины возможного

их вылова. Значительная часть используемых материалов включает данные массовых промеров рыб из промысловых уловов, а меньшая – данные биологического анализа, в т. ч. возрастного состава уловов. Поэтому очень важна камеральная обработка полученных материалов, в т. ч. определение размерно-весовых показателей рыб и их темпа роста в тот или иной год наблюдений, не смотря на узкий возрастной состав рыб в уловах и незначительную их среднюю массу тела.

Цель настоящей работы – на основе анализа размерно-возрастной структуры выявить закономерности роста малоротых корюшек в некоторых бухтах северо-востока Камчатки для определения возможности их использования при оценке запасов.

### Материал и методика

Сбор материала осуществлялся в 2012–2013 гг. С.В. Куприяновым в бухтах Оссора, Карага, Тымлат. Лов производился в весенне-летне-осенний период закидными неводами, а в зимний – удебными орудиями лова. Всего выловлено около 3800 экз. малоротых корюшек, из которых было подвергнуто полному биологическому анализу более 2760 экз. (включая определение возраста), а у 868 особей была просмотрена чешуя для определения возраста и расчета темпа роста рыб.

Биологический анализ включал определение стандартных параметров рыб [2].

Соотношение между длиной и массой тела описывалось уравнением степенной функции:

$$y = ax^b,$$

где  $x$  – длина тела,  $y$  – масса тела рыбы,  $a$  и  $b$  – коэффициенты.

Для определения возраста и расчета темпа роста отбирали чешую правильной формы с хорошо различимыми годовыми кольцами, которых было от одного до шести. Производили измерения расстояния от центра чешуи до каждого годового кольца, а также всей чешуи окуляр-микрометром.

Расчет прироста длины рыб за предыдущие годы жизни производили методом обратных расчислений по формуле Эйнара Леа с поправкой Розы Ли:

$$l_x = \frac{L}{C}(c_x - c_1) + u,$$

где  $l_x$  – длина рыбы за определяемый год жизни,  $L$  – общая длина рыбы,  $C$  – длина чешуи от центра до ее края,  $c_x$  – длина чешуи доопределяемого года жизни,  $c_1$  – длина чешуи за предыдущий год жизни (радиус центральной пластинки),  $u$  – длина рыбы в момент закладки чешуи (расчет только для первого года роста). Для расчета темпа роста было принято, что у обыкновенной малоротой корюшки закладка чешуи происходит при достижении длины 30 мм [3].

Все полученные данные обработаны стандартными статистическими методами.

### Результаты и обсуждение

Ранее было установлено, что в бухтах Карагинского залива малоротые корюшки практически в течение круглого года образуют смешанные скопления двух видов и интенсивно облавливаются [1]. Долгое время считалось, что морская малоротая корюшка – *H. Japonicas* не имеет такой высокой численности, как обыкновенная – *H. olidus*, и лишь в 1980-е гг. были обнаружены ее значительные скопления в северной и центральной части Карагинского залива [4]. Причем в те годы размеры первого вида обычно были выше, чем второго, а его встречаемость реже. В последние годы доли обоих видов в уловах обычно близки, а во многих местах даже равны; практически не отличаются и их размеры.

Размерный состав корюшек в бух. Тымлат в 2012 г. включал рыб длиной от 13 до 22 см (средняя – 16,9 см). В бух. Оссора в 2012 г. он был шире – от 6 до 21 см (средняя – 11,7 см), а в 2013 г. – от 13 до 19 см (средняя – 15,1 см), в бух. Карага в 2012 г. – от 6 до 22 см (16,3 см) и в 2013 г. – от 13 до 21 см (15,9 см). Сходные изменения отмечены по массе тела рыб, которая варьировала от 1,2 до 93,2 г, причем наибольшей массой тела обладали рыбы в бух. Тымлат (табл. 1).

В 2012 г. малоротая корюшка была мельче, чем в 2013 г. Крупные рыбы встречались во всех районах примерно в равных долях, а самые мелкие отмечены в бух. Оссора в 2012 г. (табл. 2).

Таблица 1

## Средняя длина и масса тела малоротых корюшек в 2012–2013 гг.

Бухта	Год	Длина, см	Масса тела, г	N
Тымлат	2012	16,9 (13 – 22)*	41,6 (16 – 93,2)	237
Оссора	2012	11,7 (6 – 21)	12,2 (1,2 – 38)	259
	2013	15,1 (13 – 19)	28,9 (15 – 65)	64
Карага	2012	16,3 (12 – 21,5)	33,6 (14,6 – 91,4)	1817
	2013	15,9 (12,5 – 21,5)	33,2 (13,9 – 78,8)	386

\* в скобках размах колебаний

Таблица 2

## Размерный состав корюшек, %

Длина, см	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Тымлат 2012 г.	–	–	–	–	–	–	–	1,7	4,6	9,7	29,5	18,6	13,5	11,4	7,6	2,1	1,3
Оссора 2012 г.	0,4	1,9	–	0,4	15,1	34,0	28,2	7,7	1,9	5,4	3,1	1,5	–	–	–	0,4	–
Карага 2012 г.	–	–	–	–	–	–	0,2	0,3	4,3	24,2	39,5	11,7	9,5	6,3	3,0	0,8	0,1
Оссора 2013 г.	–	–	–	–	–	–	–	14,3	25,4	17,5	20,6	15,9	4,8	1,6	–	–	–
Карага 2013 г.	–	–	–	–	–	–	–	4,1	22,3	17,9	15,5	24,1	10,1	4,4	1,0	0,5	–

Зависимость между длиной и массой тела корюшек описывается уравнением степенной функции, повсеместно с высокими коэффициентами корреляции – 0,8–0,9, лишь у рыб в бух. Карага в 2012 г. он ниже – 0,6 (табл. 3). В трех случаях из пяти у корюшек преобладал весовой рост (в бухтах Оссора и Карага, 2013 г.), а в двух – линейный (бухтах Тымлат и Карага, 2012 г.) (табл. 3). Наиболее высокими показателями весового роста обладали рыбы в бух. Оссора в 2013 г., а линейного – в бух. Тымлат в 2012 г.

Таблица 3

## Значения коэффициентов степенного уравнения

Бухта	Коэффициент $a$		Коэффициент $b$		Коэффициент $R^2$	
	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.
Тымлат	0,014	–	2,803	–	0,863	–
Оссора	0,004	0,001	3,262	3,656	0,894	0,935
Карага	0,071	0,003	2,196	3,405	0,575	0,888

Сравнение возрастного состава корюшек осенью – зимой и весной – летом произведено раздельно. В возрастном составе малоротой корюшки в бух. Тымлат в 2012 г. встречались рыбы в возрасте от 2+ до 5+ лет, причем весной преобладала возрастная группа 3+, а зимой – 4+, что естественно. В бух. Оссора в 2012–2013 гг. в осенне-зимний и весенне-летний периоды преобладали особи в возрасте 1+ (весна) и 1 (2012 г., зима), хотя общий возрастной состав включал рыб в возрасте от 1+ до 5+. Однако зимой 2013 г. доминирующей группой были рыбы в возрасте трех лет (табл. 4). В бух. Карага зимой 2012 г. преобладали двухгодовики (79,7%), а в 2013 г. помимо них (42,8%) значительную долю занимали трехгодовики (38,3%). В целом присутствовали особи в возрасте от одного года до пяти лет.

По районам: в бух. Тымлат в 2012 г. доминировали четырехлетки (30,3%), в бух. Оссора в 2012 г. – годовики (62,1%), а в 2013 г. – трехгодовики (48,4%), а в бух. Карага в течение двух лет больше всего было двухгодовиков – 79,7 и 42,7%, соответственно (табл. 4).

Таблица 4

## Возрастной состав корюшек, %

Возраст	Зима					Весна				
	1	2	3	4	5	1+	2+	3+	4+	5+
Тымлат 2012 г.	–	13,6	29,1	36,4	20,9	–	25,8	56,3	16,4	1,6
Оссора 2012 г.	81,8	9,6	5,6	3,0	–	69,8	15,9	4,8	7,9	1,6
Карага 2012 г.	1,6	79,7	15,3	3,1	0,3	–	–	–	–	–
Оссора 2013 г.	–	23,4	48,4	21,9	6,3	–	–	–	–	–
Карага 2013 г.	–	42,7	38,3	16,1	2,8	–	–	–	–	–

По наблюдаемым данным, в первые годы жизни темп роста корюшек в бух. Карага был несколько выше, чем в бух. Оссора, причем в бух. Карага он постепенно снижался. В бух. Оссора резкое его снижение происходит по достижении рыб в возрасте трех лет, а затем стабилизируется (рис. 1, а).

При оценке роста рыб по расчетным данным в первый год жизни у старших возрастных групп он ниже, чем у младших. Кроме того, заметно, что прирост тела весной немного отстает от зимнего, что связано с максимальным темпом роста летом. Установлено, что наименьший прирост отмечен в бух. Оссора, а в остальных районах темп роста в первые два года практически сходен. Однако в бух. Тымлат он стабилен до трехлетнего возраста, а затем резко снижается (рис. 1, б).

В целом как по наблюдаемым, так и расчетным данным темп роста корюшек близок и не имеет достоверных различий.

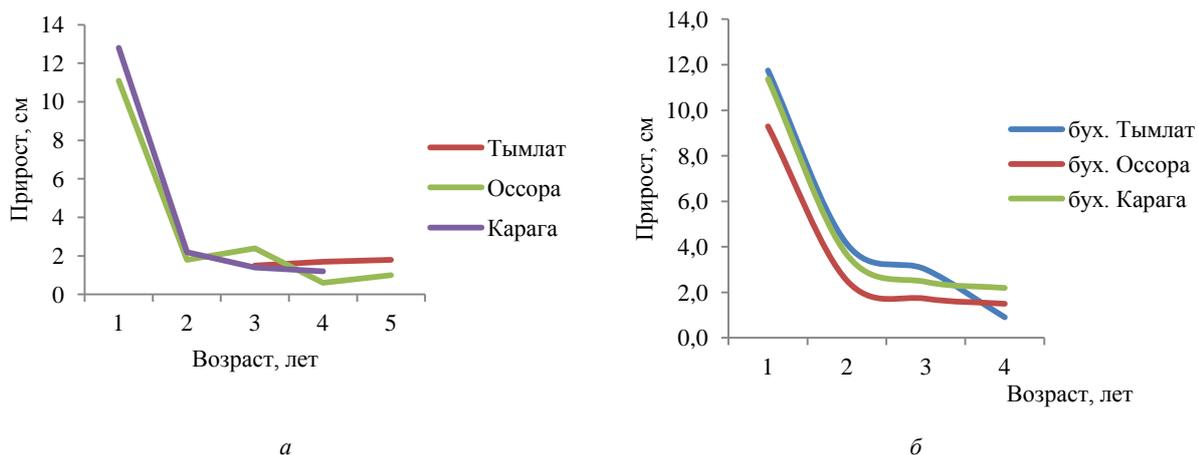


Рис. 1. Темп роста корюшек по наблюдаемым (а) и расчетным (б) данным в 2012–2013 гг.

Для выявления различий в темпе роста малоротых корюшек в разных районах Дальнего Востока использованы следующие данные: о. Сахалин [5], Южные Курилы [6], Ныйский залив [7] и западная Камчатка [8]. Для этого взята средняя длина рыб разного возраста, обитающих в этих районах (рис. 2).

Полученные результаты показали весьма разнообразный темп роста рыб по регионам, вероятно, свидетельствующий не только об условиях их нагула, но и различиях методов получения первичных данных. Кроме того, возможно, это связано и с видовыми характеристиками уловов, в частности, наличием одного вида. По данным П.М. Васильца с соавторами [8], отмечается очень низкий средний прирост по всем возрастным группам на западной Камчатке (рис. 2). Рост корюшек в этом районе относительно стабилен на протяжении всей жизни, но здесь встречались самые мелкие корюшки.

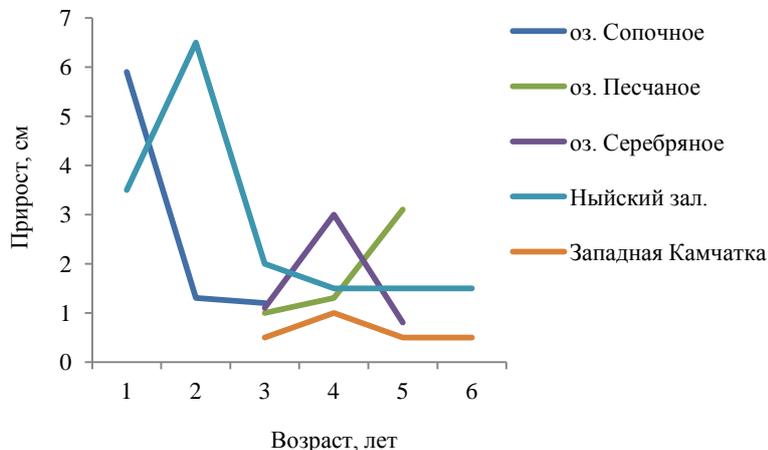


Рис. 2. Рост корюшки в некоторых районах Дальнего Востока: о. Сахалин (Ныйский залив), Южные Курилы (озера) и западная Камчатка

По мнению О.Ф. Гриценко и А.А. Чурикова [9], размеры малоротой корюшки не имеют значительной географической изменчивости. Однако, несмотря на то, что наши данные близки к данным Н.К. Заварзиной [5] для рыб о. Сахалин, средняя длина и приросты рыб в бухтах северо-востока Камчатки выше. Повсеместно отмечено резкое снижение темпа роста в первые два года жизни с последующей стабилизацией по достижении возраста трех лет. Причем как фактическая, так и расчетная средняя длина рыб всех возрастов в бухтах северо-востока Камчатки значительно выше, чем в других районах.

### Заключение

Основу состава малоротых корюшек в исследованных бухтах, за исключением бух. Оссора, составляют двухгодовики и трехгодовики, средняя длина которых – 14–17 см. Установлено, что в целом повсеместно, кроме этой бухты, в 2012 г. доминировал линейный рост, а в 2013 г. – весовой.

Темп роста малоротых корюшек в этих бухтах, определенный по фактическим и расчетным данным, аналогичен темпу роста рыб в прибрежных водах северо-восточного Сахалина, хотя в других районах его показатели ниже и весьма специфичны.

При определении размерного состава рыб в уловах по данным массового промера рыб для оценки биологических параметров популяции можно использовать характер линейного роста с последующим применением зависимости длина – масса тела при расчете биомассы конкретной популяции малоротой корюшки, полученную как по фактическим, так и по расчетным данным и имеющую высокую степень достоверности.

### Литература

1. Карпенко В.И., Рыльцова Я.Э., Куприянов С.В. Видовой состав корюшек юго-западной части Берингова моря и особенности их идентификации // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: V Всерос. науч.-практ. конф. (26–28 марта 2014 г.) – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2014. – Ч. П. – С. 34–37.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-сть. 1966. – 376 с.
3. Василец П.М. Корюшки прибрежных вод Камчатки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2000. – 24 с.
4. Чуриков А.А., Карпенко В.И. Новые данные о распространении малоротой корюшки *Nurpotesus japonicus* (Brevoort) в водах СССР // Вопросы ихтиологии. – 1987. – Т. 27. – Вып. 1. – С. 157–159.
5. Заварзина Н.К. О методике определения возраста и размерно-возрастных особенностях малоротых корюшек рода *Nurpotesus* острова Сахалин // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – 2005. – Вып. 3. – С. 585–593.
6. Гриценко О.Ф. Рыбы Курильских островов. – М.: Изд-во ВНИРО. – 2012. – 384 с.
7. Гриценко О.Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). – М.: Изд-во ВНИРО. – 2002. – 248 с.
8. Василец П.М., Максименков В.В., Травина Т.Н., Травин С.А. О биологии малоротой корюшки *Nurpotesus olidus* в водах Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский, 2000. – Вып. 5. – С. 107–113.
9. Гриценко О.Ф., Чуриков А.А. Систематика малоротых корюшек рода *Nurpotesus* (Salmoniformes, Osmeridae) Азиатского побережья Тихого океана // Зоологический журнал. – 1983. – Т. 62. – Вып. 4. – С. 553–563.

УДК 639.2.053.4(285.2:470.630)

**А.В. Каширин, Г.И. Карнаухов**

*Краснодарское отделение Азовского научно-исследовательского  
института рыбного хозяйства,  
Краснодар, 350000  
e-mail: gik23@mail.ru*

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ИХТИОФАУНЫ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ ВОЛЧЬИ ВОРОТА СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

Обсуждаются данные о современном составе ихтиофауны, состоянии кормовой базы, гидрохимическом составе воды в водохранилище Волчьих ворот. Впервые проведено районирование водоема и предложена стратегия реконструкции рыбного населения. Определены объемы ежегодного зарыбления водохранилища молодь толстолобика и белого амура. Приведены сведения об изменении рыбопродуктивности после проведения реконструкции ихтиофауны.

**Ключевые слова:** водохранилище Волчьих ворот, ихтиофауна, кормовая база, рыбное население зон водоема, промысловые уловы, рыбопродуктивность.

**A.V. Kashirin, G.I. Karnaukhov**

*Krasnodar branch of Azov Fisheries Research Institute,  
Krasnodar, 350000  
e-mail: gik23@mail.ru*

## **RECONSTRUCTION OF ICHTHYOFAUNA IN THE RESERVOIR VOLCHI VOROTA IN STAVROPOL REGION**

The data on modern composition of fish fauna, state of feed base, hydrochemical composition of water in the reservoir Volchi vorota are considered. For the first time the reservoir is zoned and the strategy of reconstruction of fish population is offered. The volumes of annual stocking of storage pool with juveniles of silver carp and grass carp are determined. Information on the change of fish capacity after reconstruction of fish fauna is given.

**Key words:** reservoir Volchi vorota, fish fauna, feed base, fish population of reservoir zones, commercial catches, fish capacity.

В современных условиях мощного антропогенного воздействия на водные биоресурсы особую актуальность приобретают работы по оценке их состояния и эффективному использованию [1–3]. Для сохранения водных биологических ресурсов в естественных водоемах требуются целенаправленные действия, такие как увеличение масштабов зарыбления, установление возможных объемов изъятия промышленным ловом, регулирование сроков, орудий лова и т. д.

В Ставропольском крае имеются значительные площади водных объектов с хорошо развитой кормовой базой, удовлетворительными гидрологическими и гидрохимическими режимами, которые могут быть использованы для развития пастбищного рыбоводства по принципу «выпустил-выловил». Одним из таких водоемов является водохранилище Волчьих ворот.

Водохранилище Волчьих ворот построено в середине 50-х гг. на р. Томузловка в 150 км западнее г. Ставрополя. Его площадь при НПУ равна 552 га, объем воды – 29,7 млн м<sup>3</sup>, средняя глубина водохранилища – 5,2 м. Водохранилище питается паводковыми водами рек Томузловка и Журавка. С апреля по октябрь водоем подпитывается водой из системы Большого Ставропольского канала-2 через Александровский распределитель.

Комплексные исследования в водохранилище Волчьих ворот начали проводиться с 2006 г.

Сведения о составе ихтиофауны р. Томузловка и водохранилища Волчьих ворот отсутствовали. Аборигенная ихтиофауна степных рек Ставрополья весьма бедна и насчитывает не более

20 видов. В ходе изучения ихтиофауны водохранилища было отловлено 14 видов рыб: сазан (*Cyprinus carpio*), золотой карась (*Carassius carassius*), серебряный карась (*Carassius auratus*), лещ (*Abramis brama*), плотва (*Rutilus rutilus*), линь (*Tinca tinca*), красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*), улейка (*Alburnus alburnus*), верховка (*Leucaspis delineatus*), судак (*Stizostedion lucioperca*), щука (*Esox lucius*), окунь (*Perca fluviatilis*), ерш *Gymnocephalus cernuus*), речной бычок (*Neogobius fluviatilis*). По всей вероятности, ихтиофауна р. Томузловка была представлена ограниченным количеством видов, в которой доминировали бентофаги, из хищных видов наиболее обычной считалась щука.

Рыбное население р. Томузловка после создания водохранилища оказалось в новых экологических условиях водной среды. Значительные площади водной поверхности, большие глубины, слабая проточность, практически отсутствие речного течения обусловили иной температурный режим, изменили химические свойства среды и, как следствие, привели к коренному изменению структуры ихтиофауны уже в первые годы. В этот период проникли в водоем через Ставропольский канал-2 с последующей натурализацией судак, лещ, верховка, пескарь, ерш и др. Наиболее широко распространенным и массовым видом в водохранилище стал лещ.

Что касается динамики численности различных групп рыб, то в первую очередь нужно сказать о снижении количественных показателей сазана, судака и щуки. Численность этих видов рыб не превышала 19% в общем запасе. В водохранилище резко стала нарастать численность карася и окуня. Так, популяция серебряного карася увеличилась с 66,7 тыс. экз., окуня с 13,3 тыс. экз. в 2006 г. до 110,9 тыс. экз. и 54,5 тыс. экз. в 2009 г., соответственно.

На р. Томузловка промысел не велся. Начало промыслового лова в водохранилище было положено в 2005 г. В первые годы уловы были незначительные и колебались от 1,0 т до 5,2 т. С 2006 г. на водоеме стали проводиться ресурсные исследования, и по исследовательским материалам впервые были определены запасы водных биоресурсов и рекомендованы возможные объемы их изъятия.

Рыбопродуктивность водохранилища Волчьих ворот определялась состоянием запасов доминирующих промысловых видов рыб: сазана, судака, леща, карася, плотвы, окуня и щуки. В водоеме по численности преобладали серебряный карась, окунь и лещ, которые в уловах составляли около 70%.

Гидрохимический режим соответствует требованиям рыбохозяйственных водоемов: минерализация воды колеблется от 400 до 1100 мг/л, содержание растворенного кислорода – от 6,2 до 10,8 мг/л, окисляемость воды – от 8,0 до 14,6 мг/л, активная реакция среды – от 7,2 до 7,8 единиц. Благоприятный гидрохимический режим водоема положительно отражается на развитии гидробионтов.

В водоеме хорошо развита высшая водная растительность. Основными видами, слагающими заросли надводной жесткой растительности являются рогоз узколистный (*Typha angustifolia*) и широколистный (*Typha latifolia*), тростник обыкновенный (*Phragmites communis*), клубнекамыш морской (*Bolboschoenus maritimus*), осока (*Carex hirta*). Надводная жесткая растительность распределена равномерно по берегам всего водоема. Мягкая подводная растительность представлена урутью колосистой (*Myriophyllum spicatum*) и рдестом курчавым (*Potamogeton crispus*). Средняя многолетняя биомасса макрофитов в пересчете на всю площадь водохранилища не превышает 0,25 кг/м<sup>2</sup>.

Высокая биомасса фитопланктона обусловлена прежде всего развитием протококковых (*Scenedesmus* sp., *Spirulina* sp., *Chlorella* sp. и др.), сине-зеленых (*Microcystis* sp., *Oscillatoria* sp., *Pediastrum* sp.), диатомовых (*Cyclotella*, *Asterionella* и др.) и эвгленовых водорослей (*Petalomonas* sp., *Ploeotila* sp., *Peranema* sp. и др.). Основная биомасса фитопланктона в летний и осенний периоды создается представителями сине-зеленых водорослей. Средняя многолетняя биомасса фитопланктона составляет около 4,0 г/м<sup>3</sup>.

Зоопланктон представлен тремя основными группами: коловратки (*Filinia longiseta*, *Asplanchna* sp. и *Brachionus angularis*), копеподы (*Cyclopoida*, *Calanoida*, *Harpacticoida*) и клadoцеры (*Daphnia*, *Moina*, *Bosmina* и др.). Доминируют в планктоне представители подотряда *Cyclopoida*. Максимального развития зоопланктон достигает в весенний период за счет развития крупных форм копепод. По биомассе и по численности в зоопланктоне доминируют веслоногие ракообразные (*Cyclops strenuus*, *Cyclops vicinus* и др.). Средняя многолетняя биомасса зоопланктона за вегетационный период не превышает 0,33 г/м<sup>3</sup>.

Зообентос водохранилища представлен личинками хирономид, олигохетами, ракообразными, моллюсками и личинками насекомых. Всего отмечено в зообентосе озера 12 видов. Наиболее разнообразен видовой состав хирономид, из которых повсеместно отмечены представители родов *Cryptochironomus* и *Tendipes*. Наиболее интенсивное развитие зообентоса наблюдается в конце мая – начале июня, что связано с массовым развитием хирономид и олигохет. Брюхоногие и двустворчатые моллюски встречаются редко и существенного влияния на биомассу зообентоса не оказывают. Средняя многолетняя биомасса зообентоса за вегетационный период достигает 7,2 г/м<sup>2</sup>.

подавляющее большинство видов рыб, обитающих в водохранилище относятся к фитофильной экологической группе (судак, щука, окунь, сазан, карась, лещ, красноперка, уклей, плотва), они откладывают икру на погруженные макрофиты. Однако эффективность естественного нереста судака, щуки и сазана очень низкая.

Кормовые ресурсы в водоеме находятся на удовлетворительном уровне и могут обеспечить общий прирост ихтиомассы за вегетационный период на уровне 144,2 т, однако при отсутствии в ихтиофауне растительноядных рыб и активных планктонофагов этот показатель не превышает 16,4 т. Таким образом, рыбопродуктивность водохранилища Волчьих ворот не соответствует его потенциальным возможностям.

Проводимые исследования позволили сформулировать стратегию ведения рыбного хозяйства на водохранилище, учитывающую его особенности как искусственного водоема. Подготовлено теоретическое обоснование увеличения рыбопродуктивности водоема путем вселения в него растительноядных рыб.

Было проведено районирование водоема на различные зоны, которые характеризуются совокупностью ряда абиотических и биотических условий и населены специфическими сообществами рыб.

**Рыбное население сублиторальной зоны.** Кластерный анализ показал, что наиболее обособленными от всех являются верхняя и нижняя части водохранилища, особенно нижний приплотинный участок. На большей части прибрежных мелководий водоема в настоящее время структура рыбного населения более или менее однородная. Доминирующими по биомассе видами в прибрежной зоне являются молодь леща, окуня и плотва – суммарно 60%. Существенно нарастил свои количественные показатели окунь и несколько потеснил в рыбном сообществе леща. Потенциально сублиторальная зона может использоваться белым амуром.

**Пелагическая часть рыбного сообщества** представлена в основном верховкой и уклейей. Доля леща незначительна и не превышает 3,0%. В значительных количествах встречается плотва (18,0%).

**Придонная часть рыбного сообщества.** Среди доминантов выделяются карась, сазан и лещ, суммарно составляя около 68% от общей ихтиомассы. Эти три вида в глубоководной части водохранилища составляют ядро рыбного сообщества.

Принимая во внимание, что аборигенные промысловые виды рыб не способны значительно увеличить запасы, поскольку площадь их нерестовых площадей и запасы зообентоса достаточно стабильны, рациональное рыбохозяйственное освоение водоемов подобного типа возможно лишь на основе реконструкции ихтиофауны за счет более ценных видов рыб.

Анализ полученных материалов по современному состоянию экосистемы водохранилища Волчьих ворот позволил определить основное направление повышения его рыбопродуктивности. По основным параметрам гидрологического и гидрохимического режимов, развитию кормовой базы и степени ее использования, состоянию аборигенной ихтиофауны водоема он пригоден для вселения толстолобика и белого амура.

В 2008 г. было предложено провести направленную реконструкцию ихтиофауны водохранилища путем вселения фитофагов (белый толстолобик, белый амур). Объемы выпуска белого толстолобика на начальном этапе не превышали 35 тыс. экз., с 2011 г. среднее количество выпускаемой молоди находилось на уровне 110–150 тыс. экз. С 2014 г. в водоем стали выпускать белого амура. Первое изъятие белого толстолобика было проведено в 2010 г., общей вылов рыбы составил 30 т из которых 3 т толстолобика. Начиная с 2011 г. уловы растительноядных рыб увеличивались с 7,5 до 49,6 т. В общем улове толстолобик составляет до 62%.

Зарыбление водохранилища растительноядными рыбами привело не только к изменению промысловой структуры ихтиофауны, но и значительно повысило промысловую рыбопродуктивность. За счет ежегодного зарыбления молодь толстолобика в количестве до 150 тыс. экз. и белого амура до 50 тыс. экз. доля этих рыб в уловах составляет около 65%, а промысловая

рыбопродуктивность увеличилась с 9,5 до 128,0 кг/га. Качественный и количественный состав ихтиосообществ этих водоемов изменился, образуя несвойственные сообщества – появились пелагические рыбы, утилизирующие фитопланктон, которые ранее отсутствовали (толстолобик), рыбы, активно освоившие прибрежные зоны, заросшие макрофитами (белый амур). Конечно, внедрение методов направленной реконструкции ихтиофауны в водоеме комплексного назначения стало возможным только после проведения комплексных исследований биотических и абиотических факторов водоема на основании данных о потенциальной продукции кормовой базы с учетом допустимой степени ее изъятия.

Реконструкция ихтиофауны в водоеме эффективно повлияла на экосистему. Зарыбление толстолобиком и белым амуром привело к снижению численности малоценных рыб. Так, популяция уклейки сократилась на 23,4%, красноперки на 12,6%. В водохранилище с 2014 г. отмечается устойчивая тенденция снижения численности серебряного карася и окуня.

### Литература

1. *Седова Н.А.* Особенности пастбищной рыбохозяйственной эксплуатации малых водохранилищ центральных регионов России: Автореф. дис... канд. биол. наук. – М., 2000. – 24 с.
2. *Ермолин В.П.* Экологические аспекты развития АПК: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию со дня рождения профессора В.Ф. Кормилицына / Под ред. С.И. Калмыков. – ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – С. 51–54.
3. *Карнаухов Г.И., Скляров В.Я.* Повышение эффективности использования водоемов Ставропольского края // Рыбоводство. – 2012. – № 3-4. – С. 33–34.

УДК 582.272(265.52)

**А.Н. Кашутин, В.А. Андреев, А.В. Климова**

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

### **СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ БУРОЙ ВОДОРΟΣЛИ *FUCUS EVANESCENS* В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ**

Приводятся данные по сезонному развитию разновозрастных представителей бурой водоросли *Fucus evanescens* в двух районах Авачинской губы, разных по уровню загрязнения, гидрохимическому и гидрологическому режимам. Показано, что рост кустиков фукуса продолжается в течение всего вегетационного периода с мая по ноябрь. При этом самый активный рост наблюдается в самые теплые месяцы года. С наибольшей интенсивностью растут растения, имеющие 1–2 дихотомии. После формирования второй дихотомии скорость линейного роста растений заметно снижается. После формирования третьей дихотомии она несколько увеличивается, но не достигает начальной.

**Ключевые слова:** *Fucus evanescens*, линейный прирост, сезонное развитие, Авачинская губа.

**A.N. Kashutin, V.A. Andreev, A.V. Klimova**

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

### **SEASONAL DEVELOPMENT OF BROWN ALGAE *FUCUS EVANESCENS* IN THE AVACHA BAY (SOUTH-EASTERN KAMCHATKA)**

Data on seasonal development of uneven-aged representatives of brown alga *Fucus evanescens* in two areas of the Avacha Bay which are different in a pollution level, hydrochemical and hydrological regimes are provided. It is shown that growth of fucus continues during all vegetative period from May to November. At the same time the most active growth is observed in the warmest months of the year. Plants having 1–2 dichotomies grow with the greatest intensity. After the formation of the second dichotomy the linear growth rate of plants considerably decreases. After the formation of the third dichotomy it increases a little, but doesn't reach initial.

**Key words:** *Fucus evanescens*, linear growth, seasonal development, Avacha Bay.

К настоящему времени общие направления изменений видового состава и структуры макрофитобентоса под воздействием негативных факторов для умеренных районов Мирового океана в целом уже известны. В районах с ненарушенной природной средой наблюдаемые в последние десятилетия изменения климата выражаются в сдвиге природного равновесия между количественным соотношением ламинариевых и кораллиновых водорослей, а также ламинариевых и фукусовых. В районах с нарушенной природной средой, подвергающихся антропогенному загрязнению, доминантами сообществ по мере исчезновения многолетних видов красных и бурых водорослей становятся виды-оппортунисты с короткими жизненными циклами и высоким репродуктивным потенциалом или же виды, обладающие высокой устойчивостью к постоянному негативному воздействию.

Состояние морских прибрежных вод требует постоянного контроля, и для оценки качества морской среды не всегда пригодны гидрохимические показатели. Более адекватно об экологической ситуации в районе можно судить по состоянию организмов, населяющих водоем. При этом бентосные организмы по ряду причин отражают ее лучше, чем другие, а среди них наилучшим образом состояние среды отражают водоросли-макрофиты [1]. Они дают основную первичную продукцию, формируют пространственную структуру донных сообществ. Потребляя растворенную органику и выделяя в окружающую среду экзометаболиты, они утилизируют органику

и подавляют развитие патогенной микрофлоры. Благодаря тому, что водоросли всем слоевищем контактируют с водной средой, они испытывают ее непосредственное, а иногда негативное влияние и в ответ на него изменяют стратегию роста и развития. Эти изменения происходят на морфофункциональном уровне и выражаются прежде всего в уменьшении размерно-массовых показателей, появлении аномалий развития на клеточном и тканевом уровнях. Наиболее полно в этом отношении изучен род *Fucus*. У разных его видов в разных районах Мирового океана ответные реакции, несмотря на общие закономерности, имеют свою специфику [1–4].

У побережья Камчатки наибольшему антропогенному прессу подвержена Авачинская губа. Антропогенная деструкция макрофитобентоса здесь началась еще в прошлом веке, и изменения, произошедшие в результате ее к концу прошлого века, были подвергнуты специальному изучению [5, 6].

Большинство альгологических исследований у берегов юго-восточной Камчатки, проведенных после выхода в свет монографии Н.Г. Клочковой и В.А. Березовской [5], так или иначе затрагивают влияние природных и антропогенных факторов на водоросли Авачинской губы. В основном они посвящены биологии развития и влиянию антропогенного загрязнения на отдельные виды ламинариевых и фукусовых водорослей.

Материалом для настоящей работы послужили полевые наблюдения и сборы проб фукусовых водорослей, проведенные с мая по ноябрь 2016 г. в разных районах Авачинской губы. Материал собирали в разных местах ее восточного побережья: участок берега, прилегающий к судоремонтному заводу (СРМЗ) в бух. Сероглазка и кутовой части бух. Завойко (рис. 1). Они характеризуются разным уровнем загрязнения и разными особенностями гидрологического режима.

Для изучения биологии развития бурой водоросли *Fucus evanescens* в каждом из указанных выше мест через каждые 10–14 дней отбирали количественные пробы. В ходе камеральной обработки материала собранную пробу разделяли на разноразмерные группы, ориентируясь на количество дихотомических ветвлений. Количество дихотомий у самых взрослых слоевищ в Авачинской губе может доходить до 7–9. У изученных нами растений оно не превышало трех. Количество дихотомических разветвлений, наличие или отсутствие более или менее глубоких выемок на верхушках слоевищ позволяет разделить пробу фукуса на три размерные группы: I – растения, имеющие одну дихотомию, верхушки ветвей без выемки (1) или с выемкой (1+); II – растения, имеющие две дихотомии и верхушки ветвей без выемки (2) или с выемкой (2+); III – растения, имеющие две дихотомии и верхушки ветвей без выемки (2) или с выемкой (2+). Далее у представителей каждой группы измеряли высоту и сравнивали темпы месячного прироста в каждом из районов побережья.

Для оценки совокупного влияния на водоросли и их сообщества факторов среды определяли гидрологические и гидрохимические показатели прибрежных вод. Для этого был использован портативный профилограф параметров среды RINKO-AAQ171 (JFE Advantech Co, Япония).

В связи с тем, что в районах с высокой экологической нагрузкой у водорослей значительно изменяются сроки жизни и стратегия возрастного развития, судить по морфологии растений об их возрасте достаточно сложно. В период проведения исследования авторы наблюдали явление, когда у фукуса формировалась не одно, как на это указывала ранее В.Б. Чмыхалова [2], а два или даже три дихотомических разветвления. Исходя из этого пробы фукуса делили не по возрастным, а по размерным группам, не по абсолютной длине слоевища, а по количеству разветвлений. При обработке ювенилов для изучения брались только растения с одной отчетливо оформленной дихотомией. В местах отбора проб одновременно со сбором растений определяли некоторые гидрологические и гидрохимические показатели. Для бух. Сероглазка данные этих исследований приведены в табл. 1.



Рис. 1. Карта-схема отбора проб массовых представителей макрофитобентоса:  
1 – бух. Сероглазка, 2 – бух. Завойко

Гидрологические показатели морской воды в районе отбора проб *Fucus evanescens* у судоремонтного завода

Параметры среды	Период, месяц				
	июнь	июль	август	сентябрь	ноябрь
Температура, °С	15,14	16	15,57	13,64	3,32
Соленость, ‰	21,84	11,39	13,18	23,31	30,41
Содержание кислорода, мг/л	8,05	7,94	9,1	6,22	10,06
Мутность, ЕМФ	126,71	177,67	310,4	11,35	76,6

Данное место активно промывается приливными водами и широко открыто волновому воздействию. Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют о том, что весь летний период температура воды здесь достаточно хорошо прогревалась и во время отлива в сублиторальной кайме достигала 15–16°С. Соленость прибрежной воды с мая по сентябрь менялась в широких пределах, особенно сильное распреснение наблюдалось во второй половине лета и начале осени. Благодаря наличию широкого пляжа мутность здесь не столь велика. Ее особенно большие значения пришлось на август, на период выпадения большого количества осадков, которые поступили в прибрежье вместе с терригенным стоком. Чтобы оценить рост растений в каждом из районов исследования, для каждой размерной группы растений на основании данных ежемесячных измерений абсолютной длины слоевищ был рассчитан месячный прирост. Данные, полученные в ходе этих расчетов, представлены на рис. 2.

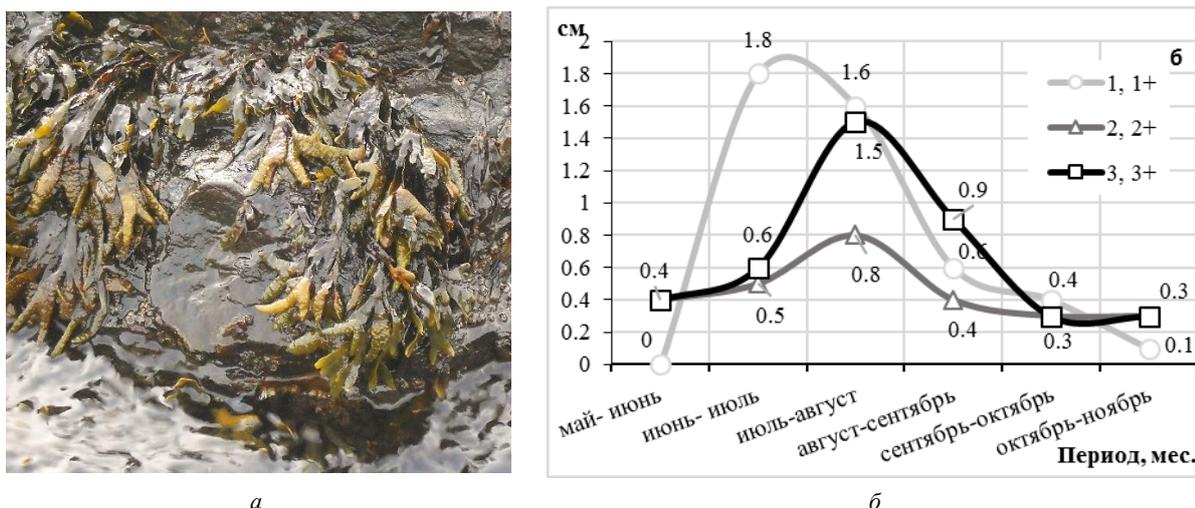


Рис. 2. Место отбора проб (а) и помесячный прирост разноразмерных растений *Fucus evanescens* в прибрежной зоне СРМЗ бух. Сероглазка (б)

Рост фукусов в этом районе, как это видно из представленного рис. 2, б, у разных возрастных групп протекает по-разному. Возрастная группа растений 1, 1+, появившаяся в конце весны 2016 г., активно росла в период с мая по июль, к августу скорость их прироста резко снизилась, а в сентябре он приостановился. Растения второй и третьей возрастных групп активно росли с июля по август, однако прирост у самых крупных растений был намного меньше. В это время у них наблюдалось увеличение массы и созревание рецептакулов.

Район взятия проб в бух. Завойко подвержен меньшему антропогенному загрязнению, хотя и омывается во время отлива водами, поступающими из загрязненной бух. Раковая. Именно этим обстоятельством, по-видимому, можно объяснить высокий прогрев вод этого района в сентябре (табл. 2). Помесячные изменения солености воды, как того и следовало ожидать, здесь имеют значения, близкие к таковым в районе СРМЗ и бух. Сероглазка. Это лишний раз свидетельствует о том, что они в наибольшей степени зависят от общей гидрометеорологической ситуации и количества осадков, выпавших над Авачинской губой.

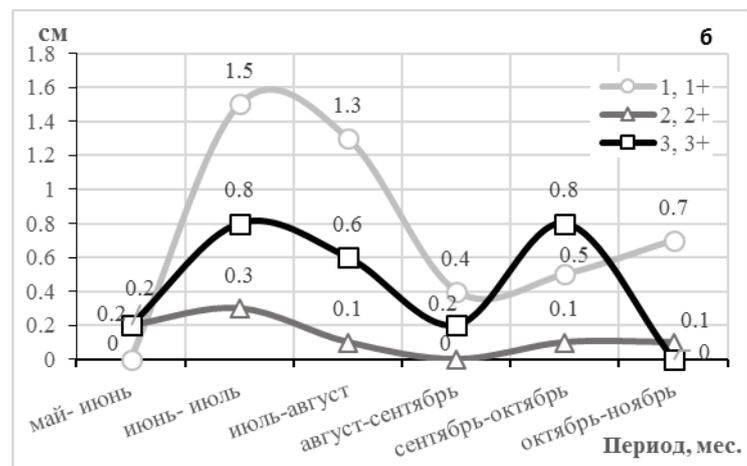
Гидрологические показатели морской воды в районе отбора проб *Fucus evanescens* в бухте Завойко

Параметры среды	Период, месяц				
	июнь	июль	август	сентябрь	ноябрь
Температура, °С	12,76	11,58	17,03	13,76	3,09
Соленость, ‰	20,07	15,81	12,22	24,03	30,80
Содержание кислорода, мг/л	10,86	8,78	9,26	9,18	11,13
Мутность, ЕМФ	69,82	48,06	69,27	161,17	18,88

Сравнение других гидрологических и гидрохимических показателей прибрежных вод района исследования с аналогичными данными, полученными для первого района, показывает, что у п-ова Завойко сочетание экологических факторов, определяющих рост и развитие водорослей и в частности фукуса, при соблюдении общих сезонных закономерностей имело неповторимое своеобразие. Это видно из представленного ниже рис. 3.



а



б

Рис. 3. Место отбора проб (а) и ежемесячный прирост разновозрастных растений *Fucus evanescens* в прибрежной зоне бух. Завойко (б)

Так, в частности, на графике рис. 3, б показано, что растения третьей возрастной группы (3, 3+) имели два пика роста: с июня по июль и с сентября по октябрь. В наиболее теплое время года, в августе темпы их роста заметно снизились. Заметное снижение скорости роста в это время наблюдалось также и у представителей других возрастных групп фукуса.

Для выяснения особенностей роста фукуса в разных районах исследования сравнивались абсолютные размерные показатели у представителей разных размерных групп и их ежемесячные изменения. Эти данные представлены на рис. 4. В целом следует отметить, что в разных районах исследования динамика ростовых процессов фукуса оказалась весьма схожей. Так, для первой размерной группы (1, 1+) характерен интенсивный прирост слоевищ в течение всего лета. Он составил 1,3–1,5 см в месяц у растений из бух. Завойко и 1,6–1,8 см/мес. для растений из района СРМЗ (бух. Сероглазка). В осеннее время ростовые процессы у ювенилов значительно снизились в среднем 2,6 раза в бух. Завойко и в 5,6 раза у СРМЗ (рис. 4, а). Для второй и третьей размерных групп фукуса из обоих районов исследования в течение всего вегетационного периода прослеживается менее активный прирост, чем для ювенилов. Следует отметить, что растения в бух. Завойко в этих группах в среднем больше на 0,9 см, чем в соответствующих группах фукуса из СРМЗ. В теплое время года несколько интенсивней увеличиваются линейные размеры слоевищ фукуса у растений из бух. Завойко по сравнению с таковыми из СРМЗ, ситуация меняется на диаметрально противоположную с конца лета. За весь период наблюдения абсолютный прирост слоевищ составил для II размерной группы – 0,9 см у мористой части бух. Завойко и 1,7 см в прибрежной акватории СРМЗ, для III размерной группы – 2,6 см и 4 см, соответственно (рис. 4, б, в).

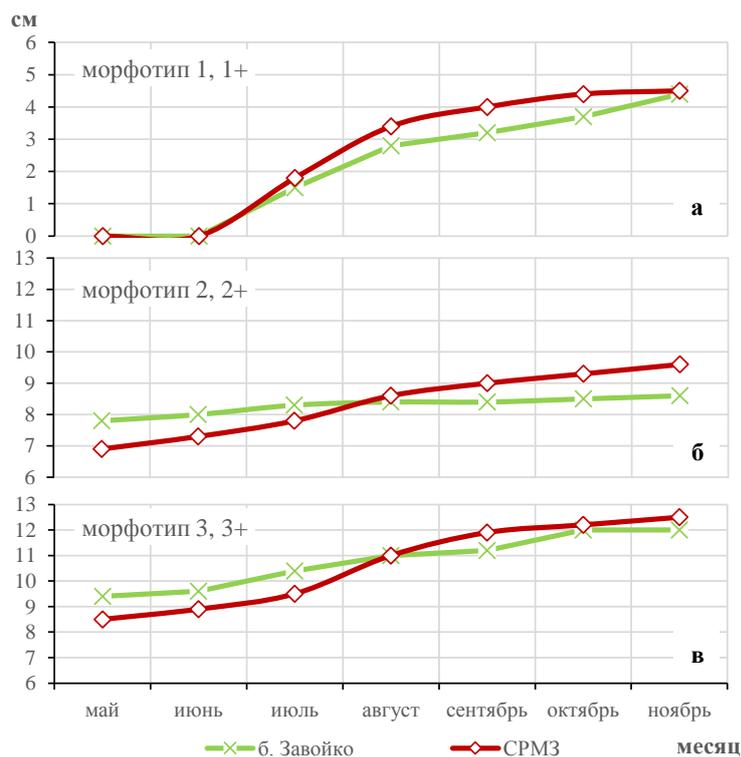


Рис. 4. Абсолютный прирост длины слоевищ (см) 1, 1+ (а), 2, 2+ (б) и 3, 3+ (в) – размерных групп *Fucus evanesceus* в разных районах Авачинской губы

Изучение роста и развития фукуса в природной среде в разных участках района исследования свидетельствует о том, что сочетание гидрологических и гидрохимических показателей прибрежных вод, а также экологических факторов, определяют неповторимое своеобразие особенности биологии развития и ростовых процессов у этого вида.

### Литература

1. Воскобойников Г.М. Технология плантационного выращивания макрофитов в Баренцевом море: многофункциональная направленность // Инновационный потенциал Кольской науки. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. – С. 284–288.
2. Чмыхалова В.Б. Развитие бурой водоросли *Fucus evanesceus* Ag. в прикамчатских водах // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 25 с.
3. Завалко С.Е., Шошина Е.В. Многоуровневая морфофизиологическая оценка состояния фукусовых водорослей в условиях антропогенного загрязнения (Кольский залив, Баренцево море) // Вестник МГТУ. – 2008. – Т.11. – № 3. – С. 423–431.
4. Рыжик И.В., Макаров М.В., Воскобойников Г.М. Физиологическое состояние литоральных бурых водорослей *Fucus serratus* Linnaeus, 1753 и *Fucus distichus* Linnaeus, 1767, произрастающих на плантации-биофильтре в Баренцевом море // Биология моря. – 2014. – Т. 40. – № 2. – С. 131–136.
5. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 205 с.
6. Березовская В.А. Макрофитобентос как показатель состояния среды в прибрежных водах Камчатки: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – Владивосток, 2002. – 49 с.

УДК [597.552.51:591.53](285.2:470.26)

**Е.В. Кривоускова, А.В. Мычкова, С.В. Шibaев, А.В. Соколов**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236000  
e-mail: katekrivopuskova@gmail.com*

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ПИТАНИЯ ЕВРОПЕЙСКОЙ РЯПУШКИ ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО В ПЕРИОДЫ С РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩИ**

Исследован спектр питания европейской ряпушки озера Виштынецкого и влияние на состав пищи различных сезонов: летом, во время активного нагула, и зимой, в период нереста. Состав пищи достаточно стабилен и представлен 11 основными таксономическими группами, главные компоненты питания ряпушки представители отряда *Cyclopoida* и сем. *Daphniidae*, но соотношение существенно зависит от сезона, а в особенности от его температурных условий. Изменения в качественном и количественном составе питания ряпушки приурочены к аномально теплым периодам, а также периодам гомотермии. На основании полученных данных проведен анализ избирательности в пище европейской ряпушки при помощи коэффициента Ивлева. Наиболее излюбленными объектами питания ряпушки озера Виштынецкого в летний период являются *Bythotrephes longimanus* и *Leptodora kindtii*, тогда как в зимний – *Heterocope appendiculata* и *Eudiaptomus graciloides*.

**Ключевые слова:** ряпушка, питание, озеро Виштынецкое, интенсивность питания.

**E.V. Krivopuskova, A.V. Mychkova, S.V. Shibaev, A.V. Sokolov**

*Kaliningrad State Technical University  
Kaliningrad, 236000  
e-mail: katekrivopuskova@gmail.com*

### **CHARACTERISTICS OF DIET COMPOSITION OF VENDACE IN LAKE VISHTYNETSKOE IN THE PERIOD WITH DIFFERENT FEEDING INTENSITY**

The food spectrum of vendace of Lake Vishtynetskie and the influence of different seasons on food composition: in summer during the active feeding and in the winter during the spawning season are investigated. The qualitative composition of the diet of vendace in Lake Vishtynetskie is relatively stable and includes 11 major taxonomic groups. The key components of the diet are representatives of the class *Cyclopoida* and the family *Daphniidae* but the proportion depends significantly on abiotic factors especially the temperature. Abnormal changes in the qualitative and quantitative composition of vendace food are associated with extremely warm periods as well as periods of homothermy. Favorite food of vendace in summer is *Bythotrephes longimanus* and *Leptodora kindtii* and in winter *Heterocope appendiculata* and *Eudiaptomus graciloides*.

**Key words:** vendace, fish diet, Lake Vishtynetskie, intensity of food consumption.

#### **Введение**

Озеро Виштынецкое является уникальным водоемом Калининградской области. Это единственный олиготрофный водоем на территории нашего региона, в котором обитают представители арктического фаунистического комплекса. Озеро является памятником природы, однако в последнее десятилетие наблюдается увеличение антропогенной нагрузки, что, в свою очередь, вызывает изменения всех компонентов экосистемы, в т. ч. и зоопланктонных сообществ. Изменения в видовой структуре планктонных сообществ влияют на качественные и количественные характеристики пищевого комка планктоноядных видов рыб, например, ряпушки, и могут служить показателем состояния биотопа.

Для Калининградской области популяция европейской ряпушки оз. Виштынецкого является единственной на всей территории региона, тогда как в соседних, Польской и Литовской респуб-

ликах, данный вид – обычный представитель ихтиофауны крупных водоемов. Несмотря на это, данная популяция на протяжении более 30 лет является промысловой, однако в последние десятилетия наблюдается снижение ее уловов. Поэтому изучение питания европейской ряпушки становится важным аспектом оценки состояния популяции и позволяет выявить экосистемные причины для снижения уловов [1].

Цель проведенных исследований – изучение спектра питания европейской ряпушки оз. Виштынецкого, ее селективности по отношению к кормовым организмам и влияние на состав пищи условий среды.

### Материал и методика

Материал для анализа был получен в результате исследований на оз. Виштынецком в период с 2012 по 2015 гг. Пробы на питание отобраны из контрольных уловов ставных сетей ячейностью 10, 12, 14, 16, 18 мм, а также траловых уловов. Всего исследовано 200 желудочно-кишечных трактов ряпушки длиной от 10 до 16 см в возрасте 1–5 лет.

Обработка материала выполнялась по стандартным методикам [2, 4, 5]. Качественный анализ пищевого комка производился до вида, при высокой степени переваренности кормовых объектов – до групп. Интенсивность питания оценивалась по наполнению ЖКТ в период с 2012 по 2015 гг.

### Результаты

В составе зоопланктонного сообщества оз. Виштынецкого обнаружено более 110 видов. В качественном и количественном составе зоопланктона озера преобладают представители отряда *Copepoda* (Н. Milne-Edwards, 1840), доминирование по численности и биомассе представителей других отрядов изменяется в зависимости от места и глубины их обитания [3].

Видовой состав зоопланктона зависит от множества различных абиотических и биотических факторов. Часть видов менее требовательна к условиям среды и встречается из года в год. Другие же появляются эпизодически, в наиболее подходящий для их развития период по температурным, гидрологическим и пищевым факторам. Некоторые виды могут отсутствовать в планктоне одного и того же календарного периода ряд лет, а затем снова появиться (например, *Bythotrephes longimanus balticus* (Leydig, 1860), *Polyfemus pediculus* (Linnaeus, 1761)) [3].

Качественный состав пищевого комка европейской ряпушки в оз. Виштынецком в относительно стабилен и представлен 11 основными таксономическими группами (*Daphnia cucullata* (Sars, 1862), *Eubosmina coregoni* (Baird, 1857), *Eudiaptomus graciloides* (Lillijeborg, 1888), *Bythotrephes longimanus*, *Leptodora kindtii* (Focke, 1844), *Chidorus ovalis* (Kurz, 1874), *отр. Cyclopoida* (Burmeister, 1834) *Rotifera* (Cuvier, 1798), *отр. Harpacticoida* (Sars, 1903), *Heterocope appendiculata* (Sars, 1863)), однако в некоторые периоды в питании встречаются бентосные организмы, такие как личинки хирономид, олигохет и т. д. (их доля не превышает 1%), а также представители фитопланктонного сообщества (рис. 1). Такие изменения состава встречаются в аномально теплые периоды, когда ряпушка опускается достаточно близко ко дну, а также в период гомотермии, когда популяция рассредоточена по всей акватории озера и подходит к мелководным участкам.

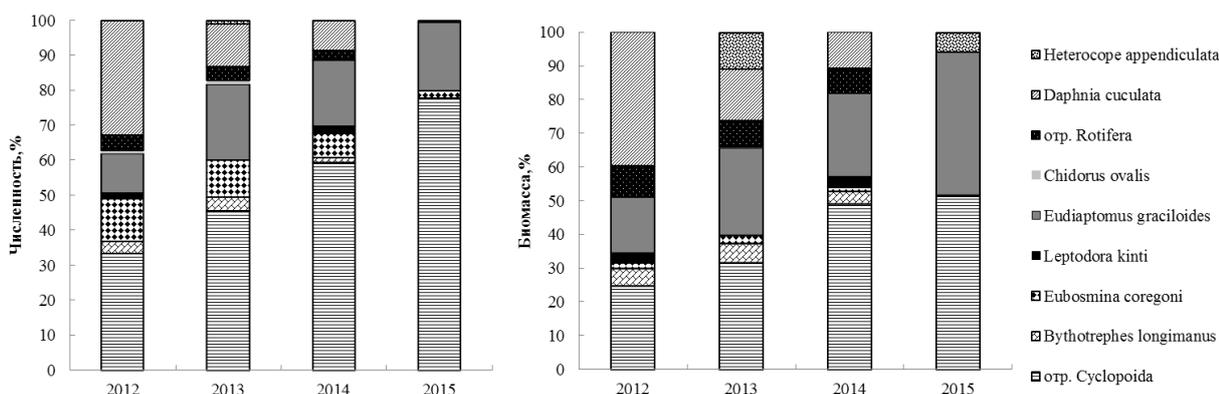


Рис. 1. Видовая структура питания европейской ряпушки оз. Виштынецкого в летний период

В зависимости от изменения влияния различных абиотических факторов, а также в зависимости от физиологического состояния интенсивность питания европейской ряпушки претерпевает некоторые изменения в течение года. Так, наибольшая интенсивность питания у ряпушки оз. Виштынецкого согласно данным мониторинговых исследований в 2012–2015 гг. наблюдается в конце весны и летом, что соответствует периоду нагула популяции ряпушки, а также в озере складываются наиболее благоприятные условия для формирования кормовой базы, наименьшая интенсивность наблюдается в конце осени и зимой, что совпадает с периодом нереста (рис. 2).

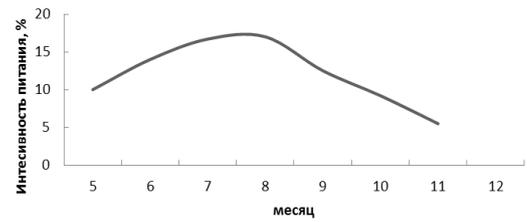


Рис. 2. Интенсивность питания ряпушки оз. Виштынецкого в течение года

В оз. Виштынецком интенсивность питания была наибольшей в мае – июне и снижалась в июле – начале августа, но затем возрастала к началу сентября. Высокая температура и низкие концентрации кислорода ограничивают акваторию, доступную для питания европейской ряпушки, а также замедляют их внутренние физиологические процессы, влияющие на интенсивность питания. Анализ опубликованных данных показал, что оптимальным для нагула европейской ряпушки является диапазон температур от 14°C, с повышением температуры до 20–22°C интенсивность питания падает вплоть до полного прекращения питания [5].

Дальнейшая характеристика качественного и количественного состава пищевого комка (рис. 3 и 4) и пищевой избирательности европейской ряпушки проводилась с использованием 11 таксономических групп, поскольку это постоянно встречаемые пищевые компоненты желудочно-кишечного тракта исследуемого вида рыб на протяжении четырех лет исследований.

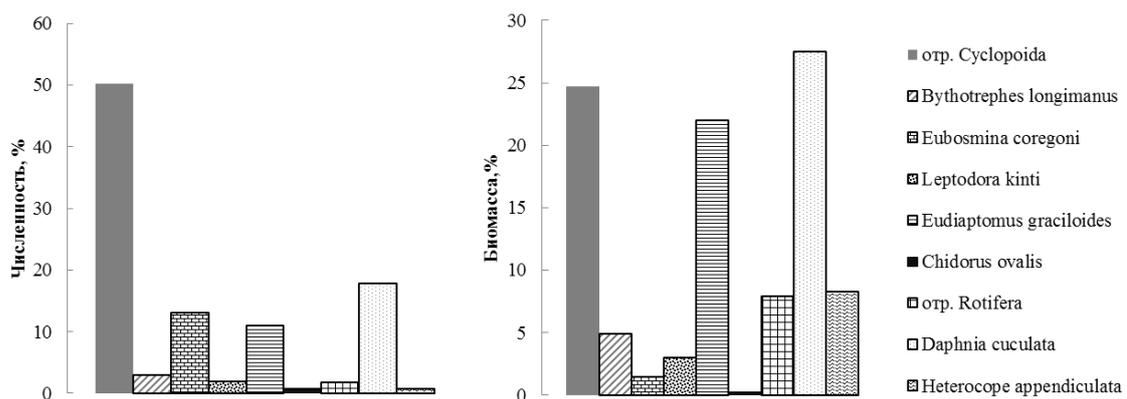


Рис. 3. Видовая структура питания европейской ряпушки оз. Виштынецкого в летний период

В пищевом комке европейской ряпушки в летний период доминируют две таксономические группы: представители отряда *Cyclopoida* и сем. *Daphniidae* (50,2% и 17,9% по численности и 24,7% и 27,5% по биомассе, соответственно). Их численность и биомасса в питании меняется в зависимости от сезона сбора материала и температурного режима водоема в этом сезоне, что связано с жизненными циклами и условиями появления пиков биомасс этих видов. Так, в 2013 г. и по численности, и по биомассе преобладали веслоногие рачки (31,7%), тогда как в 2012 г. это были ветвистоусые рачки (50,6% по численности и 49,8% по биомассе) [5]. Также в пищевом комке высока численность *Eubosmina coregoni* (13,0%) и биомасса *Eudiaptomus graciloides* (27,5%), их можно расположить на третьем месте по численности и биомассе соответственно.

В холодные периоды года количество таксономических групп зоопланктона, представленных в пищевом комке, снижается до пяти, в пищевом комке попадают такие виды, как *Daphnia cucullata*, *Bythotrephes longimanus*, *Leptodora kindtii*, *Chidorus ovalis*, а также представители отряда *Rotifera*, но в свою очередь в нем появляются представители отряда *Harpacticoida* (Sars, 1903) и представители вида *Heterocope appendiculata* (Sars, 1863), в то же время в пищевом комке одно из доминирующих мест начинают занимать представители фитопланктонного сообщества, хотя в теплый период они в нем почти не встречаются.

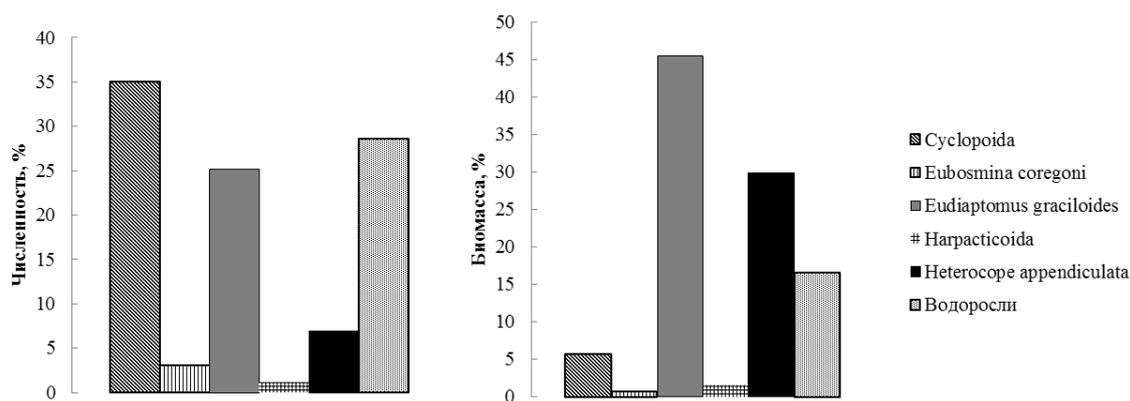


Рис. 4. Видовая структура питания европейской ряпушки оз. Виштынецкого в зимний период

В зимний период анализ желудочно-кишечного тракта показал, что доминирующими таксономическими группами в численном выражении были представители отряда *Cyclopoida* (35,0%). Второй доминирующей по численности группой является представители фитопланктонного сообщества озера (28,6%), также в пищевом комке отмечалась высокая численность особей вида *Eudiaptomus graciloides* (25,2%). Среди доминирующих по биомассе в период наименьшей интенсивности питания в пищевом комке групп оказались крупные представители отряда *Calanoida* (*Eudiaptomus graciloides* и *Heterocope appendiculata*) – 45,5% и 29,9%, соответственно. Доминирующие по численности представители отряда *Cyclopoida* (в основном представители вида *Thermocyclops soithonoides* (Sars G.O., 1863) и *Cyclops scutifer* (Sars G.O., 1863)) в виду своих мелких размеров занимают лишь четвертое место в общей биомассе пищевого комка.

Для оценки избирательности использовался коэффициент избирательности Ивлева [6] (табл.). Этот коэффициент позволяет выявить излюбленную и энергетически важную пищу для различных видов рыб. Коэффициент Ивлева позволяет при оценке избираемости рыб учитывать влияние концентрации пищевых организмов в окружающей среде и тем самым выявлять наиболее излюбленные виды зоопланктона [6].

Таблица

Значение коэффициента Ивлева для питания европейской ряпушки озера Виштынецкого

Вид	Летний период	Зимний период
отр. Cyclopoida	0,01	0,14
<i>Bythotrephes longimanus</i>	1,0	–
<i>Eubosminacoregoni</i>	–0,2	0,15
<i>Leptodorakintii</i>	1,0	–
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	–0,01	0,51
<i>Chidorus ovalis</i>	–0,1	–
отр. Rotifera	0,1	–
<i>Daphniacuculata</i>	–0,1	–
Водоросли	–	–0,52
отр. Harpacticoida	–	–0,8
<i>Heterocope appendiculata</i>	–	0,40

Анализ полученных значений коэффициента Ивлева показал, что наиболее излюбленными видами в пищевом комке в летний период европейской ряпушки оз. Виштынецкого были *Bythotrephes longimanus* и *Leptodora kindtii*, тогда как доминирующие виды (представители отряда *Cyclopoida* и сем. *Daphniidae*) показали отрицательную избирательность. В зимний период излюбленными видами являются *Heterocope appendiculata* и *Eudiaptomus graciloides*. Несмотря на их труднодоступность в процессе поимки, они обладают достаточно высокой энергетической ценностью.

## Выводы

1. Европейская ряпушка оз. Виштынецкого является облигатным планктонофагом, состав пищевого комка которой зависит от доступности кормовой базы и их заметности в окружающей

среде. Попадание в пищевой комок европейской ряпушки представителей бентосной фауны имеет случайный характер. Интенсивность питания европейской ряпушки претерпевает некоторые изменения в течение года, что лимитируется физиологическим состоянием исследуемого объекта и абиотическими факторами (температурой).

2. Качественный состав пищевого комка европейской ряпушки в оз. Виштынецком относительно стабилен и представлен 11 основными таксономическими группами. Изменения в составе питания встречаются в аномально теплые периоды, когда ряпушка опускается достаточно близко ко дну, а также в период гомотермии, когда популяция рассредоточена по всей толще озера и подходит к мелководным участкам.

3. В пищевом комке европейской ряпушки в период наибольшей интенсивности доминируют две таксономические группы: представители отряда *Cyclopoida* и семейство *Daphniidae*. В свою очередь, анализ питания в зимний период показал, что доминирующей таксономической группой в численном выражении были представители отряда *Cyclopoida*, среди доминирующих по биомассе оказались крупные представители отряда *Calanoida*.

4. Наиболее излюбленными видами в пищевом комке европейской ряпушки оз. Виштынецкого в летний период были *Bythotrephes longimanus* и *Leptodora kindtii*, тогда как доминирующие виды (представители отряда *Cyclopoida* и сем. *Daphniidae*) показали отрицательную избирательность. В зимний период наиболее излюбленными видами являются *Heterocope appendiculata* и *Eudiaptomus graciloides*.

### Литература

1. Берникова Т.С. Физико-географическая и гидрологическая характеристика // Озеро Виштынецкое. – Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина И.В.», 2008. – С. 20–40.
2. Методические рекомендации по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 253 с.
3. Шибаета М.Н. Зоопланктон // Озеро Виштынецкое. – Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина И.В.», 2008. – С. 20–40
4. Мордохай-Болтовская Э.Д., Иванов П. И., Машинцев И.П. Зоопланктон и зообентос озера Виштынецкого // Труды Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства. – Калининград, 1971. – Вып. 26. – 62 с.
5. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / Ред. В.Р. Алексеев, ред. С.Я. Цалолихин. – М.: КМК, 2010. – 496 с.
6. Кривоусова Е.В. Характеристика состава пищи ряпушки (*Coregonus albula*) озера Виштынецкого (Калининградская область) в современных условиях / Е.В. Кривоусова, Е.А. Масюткина, А.В. Соколов, М.Н. Шибаета // Известия Калининградского гос. техн. ун-та. – 2014. – № 32. – С. 107–115.
7. Кривоусова Е.В., Соколов А.В., Мычкова А.В. О питании европейской ряпушки озера Виштынецкого в современный период // III Балтийский форум. Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология». – Калининград: КГТУ, 2015. – С. 43–46.

УДК 574.586(265.54)

**В.Н. Кулепанов, Е.Н. Дробязин**

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

## **ОЦЕНКА БИОМАССЫ МАКРОФИТОВ ПРИ ТРАЛОВЫХ СЪЕМКАХ В НИЖНЕЙ ЗОНЕ СУБЛИТОРАЛИ ПРИМОРЬЯ**

По данным двух траловых съемок определен видовой состав и оценена биомасса макрофитов, встречающихся в прибрежье Приморья на глубинах более 20 м. Биомасса водорослей составила от 1,7 до 6,1 тыс. т.

**Ключевые слова:** макрофиты, глубоководная растительность, фитомасса.

**V.N. Kulepanov, E.N. Drobyazin**

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

## **ESTIMATE OF BIOMASS OF SEAWEEDS AT TRAWLING IN THE INFERIOR SUBLITTORAL OF PRIMORYE**

From 2 trawl surveys the species composition and the quantity of seaweed biomass which is found in the littoral of Primorye at depths over 20 m are studied. The seaweed biomass was from 1,7 up to 6,1 thousand tons.

**Key words:** seaweeds, deep-water vegetation, phytomass.

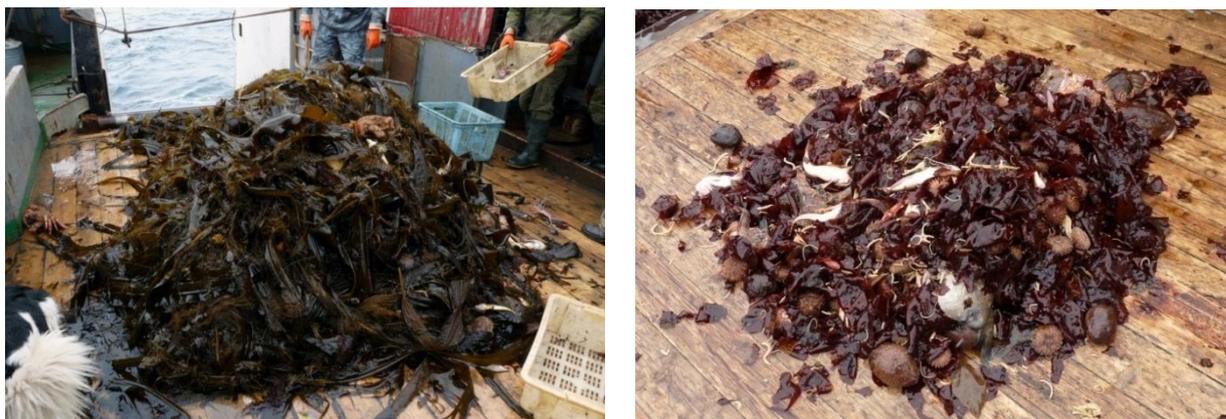
Распределение водорослей по глубинам в первую очередь определяется проникновением света, необходимого для фотосинтеза. Границу эвфотической зоны, где обитают фотоавтотрофные организмы, обычно проводят на глубине 60 м, изредка она опускается на глубины 100–120 м [1].

Исследования макрофитобентоса, как правило, ведется на глубинах до 20 м. Для проведения водолазных работ глубже требуется время на декомпрессию, поэтому диапазон глубин более 20 м исследован фрагментарно. Известно, что для северного Приморья на глубинах 20–42 м встречаются 54 вида водорослей, биомасса и проективное покрытие их редко превышает 2 кг/м<sup>2</sup> и 5%, соответственно [2]. Тем не менее макрофитобентос активно участвует в функционировании сообществ нижней сублиторали. На глубинах от 50 до 100 м произрастают ламинариевые и красные водоросли [3]. В прибрежье Приморья на галечных грунтах на глубинах более 20 м располагаются поля глубинной ламинарии [4]. Это район между мысами Золотой и Гиляк, а также участки от о. Безымянный до м. Шкота, у мысов Ватовского и Южного и у бух. Рудной [5]. Максимальная глубина, на которую распространяются заросли ламинарии в прибрежье Приморья, неизвестна. Цель работы – оценка фитомассы и видового состава макрофитов в нижней зоне сублиторали.

Для оценки биомассы макрофитов использовали данные, полученные в ходе траловых съемок, проведенных в 2015–2016 гг. на НИС «Бухоро». Исследования проводили в районах, где Правилами рыболовства разрешено траление, на глубинах от 20 до 750 м. При исследовании использовали донный трал с мягким грунтопомом и распорными сферическими досками модели ДТ/ТВ-27,1 с шириной раскрытия 16 м, со вставкой из мелкоячеистой дели в кутце трала (10 мм). Время траления составило от 10 до 30 мин, скорость – в среднем 2,6 уз, расстояние между станциями – 4–8 миль. Так как при облове макрофитов коэффициент уловистости трала не известен, он условно был принят за единицу [6].

В 2015 г. с 17 апреля по 18 мая было выполнено 169 станций на глубинах от 18 до 750 м. В 2016 г. с 3 апреля по 18 мая сделано 163 станции на глубинах от 20 до 735 м.

В траловых сборах встречен 21 вид макрофитов: 13 видов красных, пять бурых, один вид зеленых водорослей и два вида морских трав. По биомассе и частоте встречаемости преобладали бурые водоросли *Saccharina japonica*, *Costaria costata*, *Agarum clathratum*, *Desmarestia viridis*, из красных – *Turnerella mertensiana* и *Sparlingia pertusa* (рис.).



Бурые и красные водоросли в траловых уловах

Большинство водорослей встречались на глубинах от 20 до 60 м. Их максимальная биомасса составила  $54236 \text{ кг/км}^2$  в 2015 г. и  $18079 \text{ кг/км}^2$  в 2016 г. Отдельные слоевища отмечались в уловах и глубже 100 м, куда они, скорее всего, были снесены с мелководья. Средняя биомасса макрофитов на глубинах до 100 м варьировала от 249 до  $916 \text{ кг/км}^2$ , на глубине 150 м составляла  $36 \text{ кг/км}^2$ , глубже 200 м она не превышала 3–6  $\text{кг/км}^2$ . Общая биомасса макрофитов в прибрежье от м. Поворотного до м. Золотой на глубинах более 20 м по данным 2015 г. составляет 6,1 тыс. т, по данным 2016 г. – 1,7 тыс. т.

Можно предположить, что в сублиторали Приморья на глубинах от 20 до 60 м макрофитам достаточно освещенности, чтобы чувствовать себя здесь благоприятно. Они не занесены в эту зону с меньшей глубины, хотя вопрос батиметрического распределения тех или иных видов остается открытым.

Известно, что водоросли могут сноситься на большие глубины и там служить пищей для глубоководных организмов. В районе северных Курил водоросли встречаются на глубинах до 400 м. Имеют место вертикальные и горизонтальные миграции сорванных растений, что способствует поддержанию флористических связей между соседними районами, обогащению флоры новыми альгофлористическими элементами, а также обогащению прибрежных вод биогенной органикой [7]. Большинство видов обтрепано и сносится на глубину в виде обрывков, но встречаются растения совершенно неповрежденные и имеющие органы размножения [8]. В прибрежье Приморья наблюдается такая же картина.

### Литература

1. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Ласюк Н.П. и др. – Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.
2. Гусарова И.С. Глубоководная растительность у берегов северного Приморья // Известия ТИНРО. – 2010. – Т. 160. – С. 118–127.
3. Возжинская В.Б., Кейлис-Борок И.В., Кузин В.С. Глубоководные макрофиты подводных гор Атлантического океана // Биология моря. – 1990. – № 3. – С. 60–62.
4. Паймеева Л.Г., Гусарова И.С. Состояние *Laminaria japonica f. longipes* (Miyabe et Tokida) Petr. В северном Приморье // Комаровские чтения. – Владивосток: Дальнаука, 1993. – Вып. 38. – С. 20–36.
5. Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д., Кулепанов В.Н. Современное распределение полей глубинной ламинарии вдоль побережья Приморья // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Тез. докл. 1-й междунар. конф. – М.: ВНИРО, 2002. – С. 21–22.
6. Планирование, организация и обеспечение исследований рыбных ресурсов дальневосточных морей России и северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 231 с.
7. Огородников В.С. Водоросли-макрофиты Северных Курильских островов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 25 с.
8. Клочкова Н.Г., Огородников В.С. Значение выбросов водорослей в жизни прибрежных экосистем // Материалы XI съезда Русского ботанического общества «Ботанические исследования в азиатской России». – Новосибирск, Барнаул. – Т. 1. – С. 104–105.

УДК [574.632:597.2](268.45)

**А.М. Лаптева, Н.Ф. Плотичина**

Полярный научно-исследовательский институт  
морского рыбного хозяйства и океанографии им.Н.М. Книповича,  
Мурманск, 183038  
e-mail: lapteva@pinro.ru

## ХЛОРИРОВАННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения промысловых рыб Баренцева моря хлорированными углеводородами и микроэлементами, который не окажет существенного влияния на состояние их запасов.

**Ключевые слова:** Баренцево море, промысловые рыбы, хлорированные углеводороды, микроэлементы.

**A.M. Lapteva, N. F. Plotitsyna**

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography,  
Murmansk, 183038  
e-mail: lapteva@pinro.ru

## CHLORINATED HYDROCARBONS AND TRACE ELEMENTS IN COMMERCIAL FISH OF THE BARENTS SEA

The received results confirm a low contamination level of commercial fish of the Barents Sea with chlorinated hydrocarbons and trace elements, which will not have a significant impact on the stock status.

**Key words:** Barents Sea, commercial fish, chlorinated hydrocarbons, trace elements.

В работе использованы пробы рыб, собранные в различных промысловых районах Баренцева моря в рейсе № 106 НИС «Фридьоф Нансен» (август – сентябрь 2016 г.). На рис. 1 представлена схема станций отбора проб рыбы в Баренцевом море.

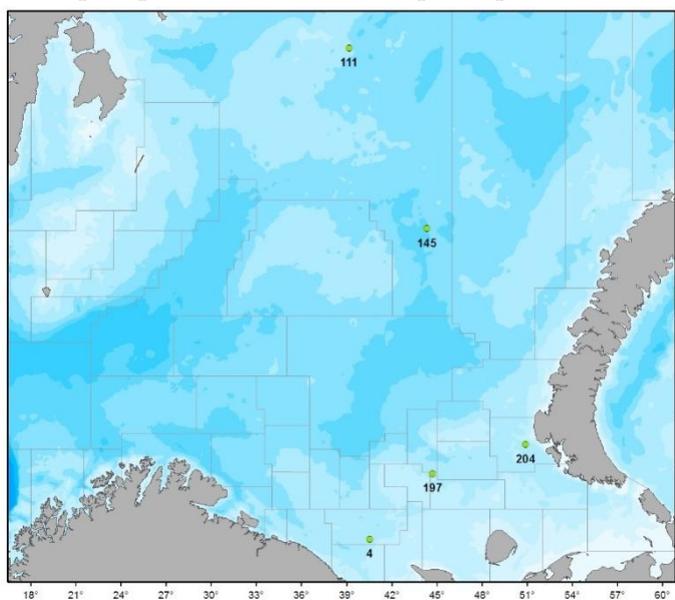


Рис. 1. Схема станций отбора проб рыбы в Баренцевом море (НИС «Фридьоф Нансен», рейс № 106, август – сентябрь 2016 г.)

Выполнено определение хлорированных углеводородов и микроэлементов в 35 пробах мышц и печени атлантической трески (*Gadus morhua*), пикши (*Melanogrammus aeglefinus*), камбалы-ерша (*Hippoglossoides platessoides*), пятнистой зубатки (*Anarhichas minor*), полосатой зубатки (*Anarhichas lupus*), черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*), сайки (*Boreogadus saida*) и мойвы (*Mallotus villosus*) [1–3].

Остаточные количества гексахлорциклогексана (ГХЦГ) в мышцах и печени исследованных рыб были представлены тремя изомерами  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -ГХЦГ, и их среднее суммарное содержание в мышцах трески составляло  $0,66 \pm 0,11$  нг/г сырой массы, пикши –  $0,62 \pm 0,04$ , кам-

балы-ерша –  $1,54 \pm 0,07$ , пятнистой зубатки –  $2,29 \pm 0,12$ , полосатой зубатки –  $1,89 \pm 0,03$ , черного палтуса –  $2,05 \pm 0,06$ , сайки –  $1,39 \pm 0,04$ , мойвы –  $3,06 \pm 0,07$ . Среднее суммарное содержание изомеров ГХЦГ в печени промысловых рыб Баренцева моря было выше, чем в мышцах, т. к. 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 (рис. 2).

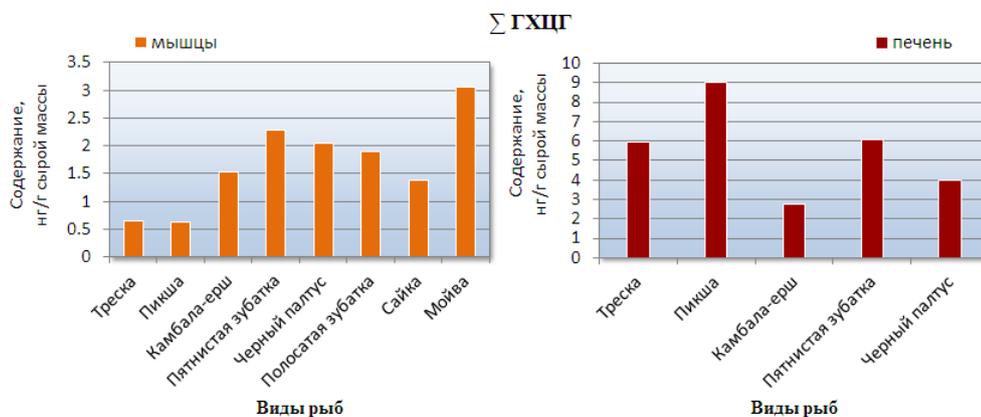


Рис. 2. Среднее суммарное содержание изомеров ГХЦГ в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря

Увеличение в мышцах и печени рыб содержания более стабильного изомера  $\alpha$ -ГХЦГ по сравнению с  $\gamma$ -ГХЦГ свидетельствовало о давнем поступлении этого пестицида в морскую среду. Средние значения суммарного содержания ГХЦГ в мышцах и печени трески по классификации Норвежского государственного агентства по охране окружающей среды (SFT) соответствовали категориям «умеренное» и «незначительное» загрязнение, соответственно [4].

Производство и применение таких пестицидов, как гексахлорбензол (ГХБ) и изомеры хлордана, было запрещено в 70-х гг. прошлого века, поэтому в настоящее время в мышцах и печени промысловых рыб обнаруживаются лишь остаточные количества этих токсичных соединений. Минимальное среднее содержание ГХБ определено в мышцах трески и пикши ( $0,14 \pm 0,05$  и  $0,19 \pm 0,09$  нг/г сырой массы, соответственно) и печени камбалы-ерша ( $0,70 \pm 0,64$  нг/г сырой массы), а максимальное – в мышцах черного палтуса ( $1,14 \pm 0,08$  нг/г сырой массы) и печени пикши ( $12,9 \pm 9,1$  нг/г сырой массы). По норвежской классификации среднее содержание ГХБ в мышцах и печени трески соответствовало категории «незначительное» загрязнение [4].

Среднее суммарное содержание изомеров и метаболитов дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) в мышцах трески составляло  $0,99 \pm 0,43$  нг/г сырой массы, пикши –  $0,97 \pm 0,11$ , камбалы-ерша –  $3,91 \pm 0,95$ , пятнистой зубатки –  $9,11 \pm 3,09$ , полосатой зубатки –  $1,88 \pm 0,03$ , черного палтуса –  $5,29 \pm 0,11$ , сайки –  $2,96 \pm 0,36$ , мойвы –  $3,08 \pm 0,12$  нг/г сырой массы. В печени указанных видов рыб оно было значительно выше, т. к. хлорорганические соединения обладают липофильными свойствами и хорошо растворяются в жирах (рис. 3).

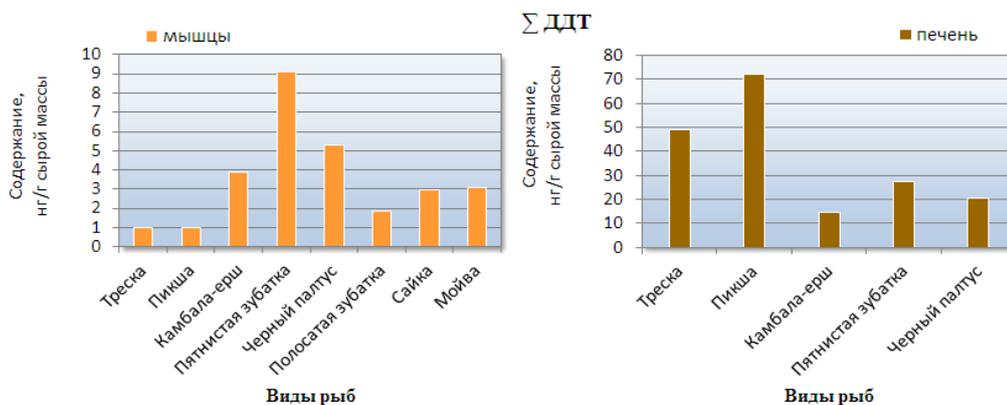


Рис. 3. Среднее суммарное содержание изомеров и метаболитов ДДТ в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря

Содержание метаболита  $p,p'$ -ДДЕ в мышцах и печени промысловых рыб превышало содержание изомера  $p,p'$ -ДДТ, что указывало на длительный процесс трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, т. е. на давнее загрязнение среды обитания рыб этим пестицидом. По норвежской классификации средние значения суммарного содержания изомеров и метаболитов ДДТ в мышцах и печени трески соответствовали категории «незначительное» загрязнение [4]. Величины суммарного содержания изомеров ГХЦГ и метаболитов ДДТ в мышцах и печени рыб не превышали допустимые уровни, установленные санитарными правилами и нормативами РФ для морских рыб (СанПиН 2.3.2.1078-01) [5].

Данные о среднем суммарном содержании полихлорбифенилов (ПХБ) в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря представлены на рис. 4. Вследствие наличия более значительного количества жира величины суммарного содержания ПХБ в печени рыб значительно превышали их содержание в мышцах.

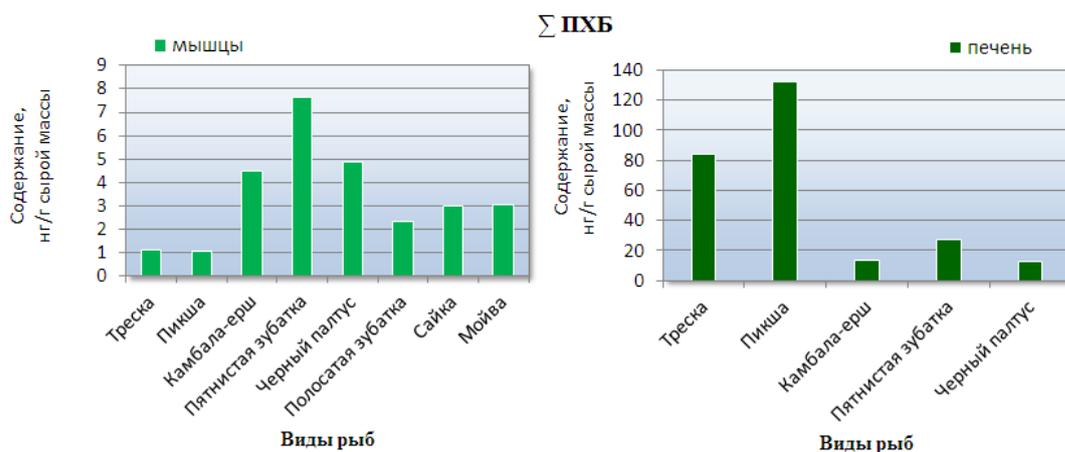


Рис. 4. Среднее суммарное содержание ПХБ в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря

Из индивидуальных конгенов ПХБ в мышцах и печени рыб преобладали соединения с номерами по номенклатуре IUPAC 118, 138 и 153 (более 60% от  $\Sigma$ ПХБ), что указывало на техногенное загрязнение среды их обитания коммерческими смесями типа Aroclor. Российскими аналогами являются Совол (конденсаторное масло) и Совтол-10 (трансформаторное масло) (рис. 5).

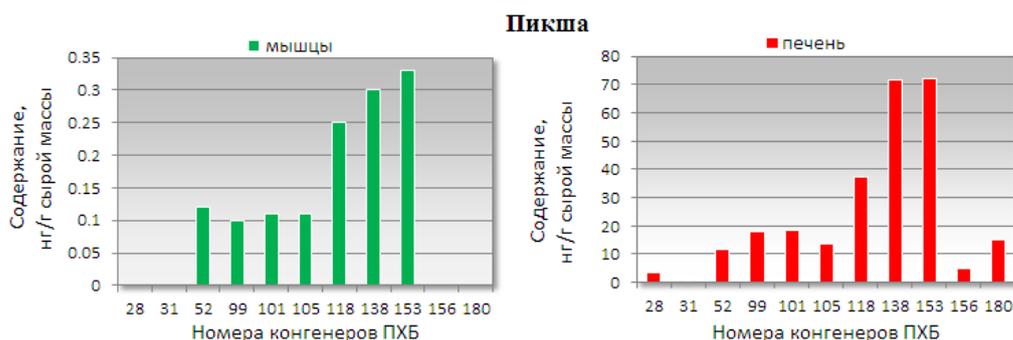


Рис. 5. Среднее содержание индивидуальных конгенов ПХБ в мышцах и печени пикши Баренцева моря

По норвежской классификации суммарное содержание семи конгенов ПХБ ( $\Sigma$ ПХБ-7) с номерами 28, 52, 101, 118, 138, 153 и 180 («голландская семерка») в мышцах и печени трески соответствовало критерию «незначительное» загрязнение [4]. Величины суммарного содержания 11 определяемых конгенов ПХБ в мышцах и печени всех исследованных рыб были во много раз ниже нормативов, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01 для морских рыб [5].

Диоксиноподобные хлорированные углеводороды, к которым относятся некоторые определяемые ПХБ и пестициды, обладают теми же токсическими свойствами, что и диоксины, и ме-

ханизмы их действия на живые организмы идентичны [6, 7]. Средняя токсичность определяемых диоксиноподобных хлорорганических соединений в мышцах рыб варьировала от 0,13 (треска) до 1,31 пг ТЭ/г сырой массы (черный палтус), а в печени – от 4,53 (треска) до 29,5 пг ТЭ/г сырой массы (пикша). Токсичность диоксиноподобных хлорированных углеводов, обнаруженных в мышцах рыб, была почти во всех случаях меньше 1 пг ТЭ/г сырой массы, за исключением камбалы-ерша, пятнистой зубатки и черного палтуса (1,31 пг ТЭ/г сырой массы), выловленных на Возвышенности Персея (ст. 145) и Мелководье Гусиной банки (ст. 204). Наибольшая величина этого показателя найдена в печени пикши (29,5 пг ТЭ/г сырой массы), выловленной в районе западного склона Гусиной банки (ст. 197). По норвежской классификации наибольшая величина токсичности диоксиноподобных хлорированных углеводов в печени трески (19,4 пг ТЭ/г сырой массы) соответствовала «умеренному» загрязнению [4].

Тяжелые металлы по токсикологическим оценкам «стресс-индексов» занимают второе место среди загрязняющих веществ, уступая только хлорированным углеводородам. В морской воде многие металлы присутствуют в виде «следов» и играют жизненно важную роль в биологических системах. Наличие или отсутствие какого-либо металла во многом определяет направленность метаболических процессов. Изменение содержания тяжелых металлов и микроэлементов в различных тканях морских рыб вследствие антропогенного воздействия происходит на фоне их природного содержания, а диапазоны, при которых они выступают как микроэлементы или как токсиканты, чрезвычайно узки. К числу распространенных и весьма токсичных микроэлементов в первую очередь относят свинец, кадмий, мышьяк и ртуть [8, 9].

Из микроэлементов в мышцах и печени исследованных рыб преобладали железо и цинк. Содержание меди, никеля, хрома, марганца и кобальта в тканях рыб варьировало в очень узком диапазоне и соответствовало природным фоновым уровням. Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 в мышцах морских промысловых рыб нормируется только содержание свинца, кадмия, ртути и мышьяка, в печени рыб – содержание свинца, кадмия и ртути [5].

Среднее содержание нормируемых токсичных микроэлементов в мышцах и печени исследованных рыб не превышало допустимые уровни, утвержденные СанПиН 2.3.2.1078-01, за исключением мышьяка [5]. В мышцах камбалы-ерша норматив содержания мышьяка (5,0 мкг/г сырой массы) был превышен (рис. 6).

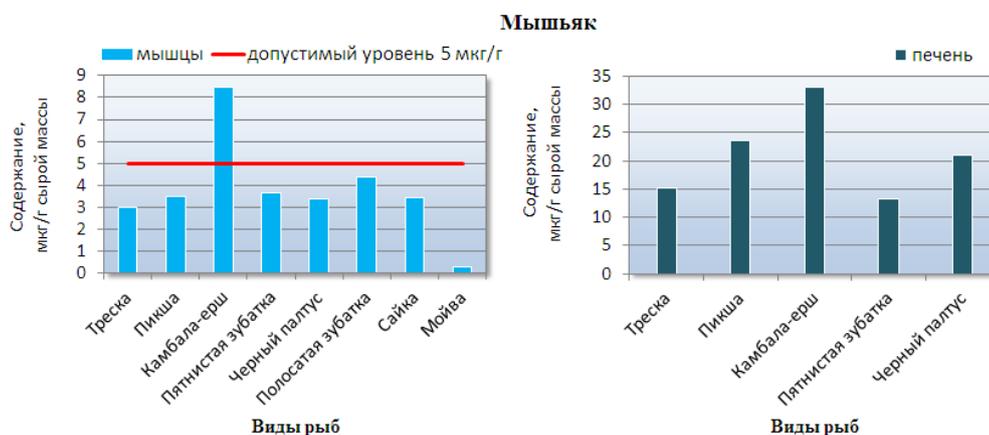


Рис. 6. Среднее содержание мышьяка в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря

Следует отметить, что мышьяк поглощается водными организмами в основном с пищей, и его токсичные неорганические соединения способны быстро образовывать прочные комплексы с низкомолекулярными органическими соединениями, которые не представляют опасности для человека и к тому же быстро выводятся из организма [10]. Сравнивая полученные результаты с опубликованными данными для промысловой ихтиофауны Мирового океана и Баренцева моря, можно сделать вывод о незначительном содержании тяжелых металлов и микроэлементов в мышцах и печени исследованных рыб [9, 11].

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения промысловых рыб Баренцева моря хлорированными углеводородами и микроэлементами, который не окажет существенного влияния на состояние их запасов.

### 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. – № 150. – 76 pp.
3. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3. Sampling and Analyses of Biological Material //FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – № 158. – 124 pp.
4. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning /J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson [et al.] // SFT Veiledning, 1997. – Vol. 97. – № 03. – 36 s. (In Norwegian).
5. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
6. 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.
7. Майстренко В.Н., Клюев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 323 с.
8. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 532 с.
9. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
10. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
11. Лантева А.М. Тяжелые металлы и микроэлементы в промысловых рыбах Баренцева моря // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Материалы междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Ч. 1. – С. 145–149.

УДК 597.552.51(285.2:571.66)"2016"

**Е.В. Лепская, М.В. Коваль, В.Ф. Бугаев, О.Б. Тепнин,  
Т.В. Гаврюсева, Р.С. Галямов, И.А. Заочный**

*Камчатский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: lepskaya@list.ru*

### **СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ КОКАНИ В ТОЛМАЧЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В 2016 Г.**

Приведена характеристика биологического состояния, в том числе состояния здоровья кокани (жилая/озерная форма нерки) Толмачевского водохранилища в 2016 г.

**Ключевые слова:** кокани, состояние популяции, Толмачевское водохранилище, Камчатка.

**E.V. Lepskaya, M.V. Koval, V.F. Bugaev, O.B. Tepnin,  
T.V. Gavryuseva, R.S. Galyamov, I.A. Zaochny**

*Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000  
e-mail: lepskaya@list.ru*

### **THE KOKANEE POPULATION FROM TOLMATCHEVSKOE RESERVOIR IN 2016**

The kokanee population of Tolmatchevskoy Reservoir, including fish health, in 2016 is described.

**Key words:** kokanee, population state, Tolmatchevskoye Reservoir, Kamchatka.

подавляющее большинство тихоокеанских лососей и других лососевых рыб воспроизводятся и нагуливаются на Камчатке в естественных условиях и являются стратегическим пищевым ресурсом страны. Объем добычи проходных форм тихоокеанских лососей не идет ни в какое сравнение с объемом вылова и продажи на рынках Камчатского края типично пресноводных рыб. Последние занимают по нашим оценкам менее 1% общего объема рыбной продукции на Камчатке. В стремлении как можно полнее использовать рыбохозяйственный потенциал полуострова в 1950-х гг. на Камчатку были завезены и успешно акклиматизированы сазан и карась. Позднее в ряд безрыбных озер со структурой планктона, типичной для нерковых водоемов, была вселена жилая/озерная форма нерки – кокани. Озеро Толмачева, в 1997 г. преобразованное в Толмачевское водохранилище, оказалось в числе немногочисленных водоемов, где кокани успешно натурализовалась и сформировала промысловую популяцию. Однако в настоящее время промысел ее считается нерентабельным и не ведется уже в течение более 10 лет.

Отсутствие промысла, который выступал как механизм, регулирующий численность популяции, что позволяло последней сохранять промысловую размерно-весовую структуру, привело к измельчанию рыб, старению популяции и биогенному истощению экосистемы [1].

Цель настоящего исследования – оценить состояние популяции кокани Толмачевского водохранилища в 2016 г.

Изучение популяции толмачевской кокани в 2016 г. проведено в два этапа: с 18 по 22 июля и с 4 по 12 октября 2016 г. Все работы на акватории водохранилища выполняли с борта моторной лодки Achilles SG-156 с подвесным мотором «YAMAHA» мощностью 40 л. с.

В качестве основных орудий лова для сбора материалов о биологическом состоянии рыб использованы жаберные сети различных конструкций (длина – 15 и 25 м, высота стенки – 1,0; 2,0 и 2,5 м и ячей – 15; 20 и 25 мм). Это позволило охватить максимально возможное количество

размерных групп кокани, что необходимо для достоверной оценки размерно-возрастного состава популяции. В качестве дополнительного орудия для контрольного лова в р. Толмачева также был использован мальковый закидной невод 3/8 м (с ячей в кутке 4 мм). Всего за весь период работ выполнено 25 контрольных обловов, из них 19 – на сетных станциях и шесть обловов на двух неводных станциях.

Биоанализ рыб проводили непосредственно в полевых условиях на свежем материале по общепринятым методикам [2]. Возраст рыб определяли по чешуе. Всего в 2016 г. проанализировано (с той или иной степенью детализации) 1880 экз. кокани, из них 728 экз. в июле и 1152 экз. в октябре 2016 г.

Средние размеры кокани на акватории Толмачевского водохранилища летом 2016 г. были сходными как в пелагиали, так и на нерестилищах, а также в заливе водохранилища, примыкающем к водозабору ГЭС-1 (17,0; 17,1 и 17,6 см, соответственно). Минимальная средняя длина отмечена у рыб, выловленных в пределах каскада Толмачевских ГЭС (водозаборы ГЭС-2 ГЭС-3) и составляла 14,4 см.

В октябре 2016 г. во время нереста минимальная средняя длина (14,9 см) была у рыб из пелагиали водохранилища. На нерестилищах и в заливе средний размер кокани в это время практически не различался и составил 17,2 и 17,5 см, соответственно. В реке в этот период отмечены рыбы средней длины – 16,7 см.

Средняя масса рыб в июле 2016 г. также имела минимальные значения в реке (35,0 г). На акватории водохранилища рыбы, нагуливающиеся в пелагиали, были мельче (56,8 г) по сравнению с теми, которые встречались летом в районе нерестилищ (60,6 г), а также в заливе у водозабора ГЭС-1 (65,1 г).

Осенью во время нереста минимальная средняя масса (36,4 г) отмечена у рыб из пелагиали водохранилища, тогда как на нерестилищах и в заливе, где также наблюдался нерест кокани, рыбы были почти вдвое крупнее. Их масса составила 60,4 и 63,5 г, соответственно. У рыб, выловленных в пределах каскада ГЭС средние значения массы тела осенью 2016 г. были равны 54,9 г.

Незрелые рыбы, не участвовавшие в нересте 2016 г., относились к пяти возрастным группам. Самые младшие особи были двухлетками (2+), а самые старшие – шестилетками (6+). Длина кокани возраста 2+, 3+ и 4+ варьировала мало и практически не зависела от того, в каком месте были выловлены рыбы (в среднем она составляла 11,6; 13,5 и 15,1 см, соответственно). У рыб возраста 5+ средняя длина тела составляла 16,0 см и была одинакова как в пелагиали водохранилища, так и в районе каскада ГЭС, тогда как на нерестилищах и в заливе, примыкающем к ГЭС-1, рыбы этой возрастной группы были несколько крупнее (16,6 и 17,8 см, соответственно). Рыб в возрасте 6+ в пределах каскада ГЭС не отмечено. Самые крупные особи этого возраста (средней длиной 18,9 см) встречались только на нерестилищах.

В пределах каскада ГЭС незрелые экземпляры имели в основном возраст 3+ (53%). Значительной здесь была также доля рыб в возрасте 2+ (14%). В самом водохранилище, как в пелагиали, так и на нерестилищах, преобладали рыбы в возрасте 4+ (30–40%) и 5+ (30–40%). В заливе у водозабора ГЭС-1 большая часть рыб имели возраст 6+ (40%) и 2+ (13%), однако из-за небольшой выборки нельзя уверенно сказать, насколько такая возрастная структура кокани типична для этого района водохранилища.

В нерестовой части популяции самые младшие рыбы в возрасте 3+, длина тела которых составляла 14,1 см, были отмечены в реке. В водохранилище и заливе ГЭС-1 самые младшие рыбы в уловах имели возраст 4+. Длина этих рыб слабо варьировала, независимо от места лова, и составляла в среднем 15,8 см. Это же было характерно и для рыб возрастной группы 5+...8+. Средняя длина рыб в возрасте 5+ составляла 17,8 см; 6+ – 18,8 см; 7+ – 21,1 см; 8+ – 21,3 см. Самый крупный экземпляр кокани за весь период наблюдений в 2016 г. (длиной 26,5 см) был зарегистрирован на нерестилище, его возраст составил 10+.

Распределение рыб, готовых к нересту, на различных участках Толмачевского водохранилища и в районе каскада ГЭС в 2016 г. отличалось от распределения для незрелой части популяции. Большинство половозрелых особей (75%) в районе каскада относились к возрастной группе 3+, остальные же рыбы были в возрасте 4+. Более разнообразный возрастной состав наблюдался в водохранилище. Несмотря на отсутствие рыб в возрасте 2+ и 3+, здесь были отмечены рыбы возрастных групп 7+, 8+ и 10+. Рыбы среднего возраста (4+...6+) на разных участках были распределены равномерно, а их доля в уловах составляла 7; 30 и 40%, соответственно. Рыбы в воз-

расте 7+ чаще всего встречались на нерестилищах (21%). Рыбы старше 7+ отмечались в уловах на акватории водохранилища единично, и их доля составляла в районе нерестилищ и в пелагиали водоема 3–5% (для рыб возрастной группы 8+). Доля рыб в возрасте 10+, отмеченных на нерестилищах не превышала 1%.

Особи промыслового размера (для кокани это рыбы от 20 см и выше) встречались в уловах единично как летом, так и осенью 2016 г. Суммарная доля таких особей составляла 15 и 7% от общего количества рыб в уловах контрольных сетей в июле и октябре, соответственно. Наибольшее количество рыб промыслового размера (80%) было выловлено на нерестилищах Толмачевского водохранилища.

Половая структура кокани в зависимости от места обитания на акватории водохранилища довольно изменчива, что вызвано, скорее всего, случайными причинами естественного характера.

В июле 2016 г. в заливе, прилегающем к водозабору ГЭС-1, самцы составляли 60%, тогда как в октябре их доля составила всего 30% общей численности рыб в уловах. В районе водозаборов ГЭС-2 и ГЭС-3 в июле доля самцов составила только около 30%. В октябре в районе водозабора ГЭС-2 преобладали уже самцы, а у водозабора ГЭС-2, также как и летом, доминировали самки. В пелагиали и на нерестилищах Толмачевского водохранилища как летом, так и осенью соотношение самцов и самок сохранялось близким 1:1.

За последние шесть лет наших наблюдений явное доминирование самцов в толмачевской популяции кокани было отмечено только в 2011 г. Тогда по данным контрольных уловов на одну самку приходилось два самца. В 2012 и 2013 гг. соотношение самцов и самок было примерно равным, с незначительным преобладанием самцов. С 2014 г. в популяции начинают незначительно преобладать самки.

Данные по абсолютной плодовитости и связям этого показателя с длиной и массой тела рыб, а также с массой гонад приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Абсолютная плодовитость преднерестовых и зрелых рыб и коэффициент корреляции (R), характеризующий связь абсолютной плодовитости с длиной (AC) и массой тела (P1), а также массой гонад (P) кокани Толмачевского водохранилища в 2016 г.**

Показатель	Преднерестовые рыбы	Зрелые рыбы
Абсолютная плодовитость	216	142
R при $p < 0,05$		
AC	0,71	0,72
P1	0,76	0,72
P	0,80	0,69

У преднерестовых рыб на 1–3 ст. зр. абсолютная плодовитость была почти вдвое выше, чем у зрелых рыб. Это связано с резорбцией ооцитов в яичниках кокани в процессе созревания [1, 4, 9]. В 2016 г. среднее для популяции значение абсолютной плодовитости кокани 179 икр. Эти показатели сравнимы с данными, полученными в 2006 г., когда абсолютная плодовитость толмачевской кокани составила 172 икр. [9]. Наши наблюдения показывают, что абсолютная плодовитость толмачевской кокани напрямую связана с размером и массой как преднерестовых, так и зрелых рыб. Резких отличий в абсолютной плодовитости у самок с близкими размерами (как, например, в 2004 г. или 2006 г.) [9] в 2016 г. не отмечено.

В процессе биологического анализа сразу после вылова рыб осматривали на предмет выявления травм, отмечая различные отклонения в строении и окраске тела, а также состоянии гонад. Для выявления паразитов у кокани осматривали каждую особь, включая внутренние органы. Кроме этого, методом случайных выборок были отобраны рыбы для лабораторных исследований. В лабораторных условиях определяли биологические показатели, осуществляли визуальную оценку состояния здоровья кокани. С целью обнаружения паразитарных агентов, влияющих на товарное качество и безопасность продукции, проводили исследование мышечной ткани рыб методом параллельных разрезов [10] и хрящевой ткани особей для выявления особо опасного паразита – миксоспоридии *Myxosoma cerebrale* [11].

Список визуально заметных характеристик рыб, отнесенных нами к отклонениям от нормы, приведен в табл. 2.

Доля рыб с отклонениями в строении гонад в нашей выборке и, очевидно, в популяции толмачевской кокани составляет 1,7%. Много это или мало пока непонятно. Доля рыб с отклоне-

ниями в состоянии и цвете гонад мала (0,1–0,5%). Связано ли это с генетическими отклонениями, накапливающимися в замкнутой популяции, еще предстоит выяснить.

Иное дело, это довольно высокий процент зрелых рыб (0,6%) с искривленным позвоночником, выловленных на разных нерестилищах водохранилища. Известно, что такие уродства на лососевых рыбозаводах появляются у рыб, перенесших «вертеж», возбудителем которого является микроспоридия *M. cerebrale* или вирусные заболевания [12, 13]. Кроме этого, у заводской молодежи сходные уродства развиваются при избыточной концентрации железа в воде (много выше ПДК), недостатке витамина С, белковой пищи (а именно триптофана – протеиногенной аминокислоты, которая входит в состав белков всех известных живых организмов) [12, 14].

Таблица 2

**Отклонения от нормы, обнаруженные у кокани Толмачевского водохранилища, в безледный период 2016 г.**

Отклонения от нормы	Июль	Октябрь	Июль	Октябрь
	количество рыб, экз.		%	
1 гонада	3	1	0,4	0,1
Гонады разной величины	12	20	1,6	1,7
Гонады бурого цвета	2	0	0,3	0,0
Гонады пустые с черными включениями	0	1	0,0	0,1
Гонады желтого цвета	2	6	0,3	0,5
Искривленный позвоночник	1	7	0,1	0,6
Брачная окраска у зрелых рыб не выражена	0	16	0,0	1,4
Всего исследовано, экз.	729	1151	100	100

В предыдущие годы исследования содержание железа в воде Толмачевского водохранилища было близко к аналитическому нулю, тогда как обширный пищевой спектр с большой долей непищевых объектов (щепки, растительный детрит) в сочетании с высоким коэффициентом потребления свидетельствовал о явном недостатке кормовых ресурсов для рыб [1]. Ранее при комплексных ихтиопатологических исследованиях кокани особо опасных патогенных агентов не выявили [1], но в 2014–2016 гг. вирусологические исследования рыб не проводили. При паразитологическом исследовании хрящевой ткани спор микроспоридии *M. cerebrale* у исследованных особей также не выявили. Патогенов, опасных для человека или оказывающих влияние на безопасность и качество продукции, не обнаружили.

Проанализировав возможные причины появления рыб с искривлением позвоночника в Толмачевском водохранилище, мы пришли к выводу, что возможной причиной, вызывающей изменения формы тела, могут быть: недостаток витаминов и белковой пищи в питании рыб, а также заражение микроспоридиями и/или вирусные заболевания.

В естественных популяциях лососевых рыб заболевания молодежи, вызывающие искривление тела, изучены мало, а в камчатских популяциях не изучены совсем. Так, для Камчатки известен случай массового ската молодежи кижуча и гольцов с подобными изменениями в строении тела в р. Утхолок в 2005 г., тогда как в последующие годы в нерестовых возвратах рыбы с искривленным позвоночником не отмечены (устное сообщение Е.А. Кирилловой). Известно, что молодежь, имеющая различные аномалии развития позвоночника, обычно гибнет. Такие рыбы хуже плавают и в популяциях проходных форм во время миграции элиминируются хищниками в первую очередь. В Толмачевском водохранилище нет хищников, поэтому кокани с изуродованным телом доживает до нереста и успешно нерестится. В нашем случае среди рыб с такими уродствами было шесть нерестовых самок и один нерестовый самец. В естественных популяциях оценить процент гибели молодежи от вышеуказанной патологии пока невозможно. Необходимы дальнейшие исследования по выявлению причин, вызывающих искривление позвоночника, которые, вероятно, могут являться факторами, регулирующими численность популяции толмачевской кокани.

Таким образом, размеры и масса тела кокани варьируют в зависимости от места обитания и напрямую зависят от готовности рыб к нересту, а также от их возраста. Сезонные изменения в размерно-массовой структуре популяции связаны с естественными причинами, главная из которых – это концентрация производителей кокани на нерестилищах. Не прослеживается каких-либо связей между рыбами, готовыми к нересту, и их размерами, что, вероятно, связано с реализацией разных стратегий выживания из-за напряженных кормовых отношений. Этот вывод косвенно подтверждается «старением» нерестовой части популяции, когда рыбы приступают

к нересту начиная с четырехлетнего возраста. В настоящее время в популяции значительно возросла доля шестилетних и семилетних рыб, а также появились десятилетние рыбы, которых раньше в популяции толмачевской кокани не отмечали [3–8]. Анализ межгодовых изменений размерно-весовых характеристик толмачевской кокани показал, что в течение последних шести лет наблюдений средние размеры и вес рыб этой популяции, зарегистрированные в 2016 г., сравнимы с показателями 2012 г. Популяция кокани Толмачевского водохранилища 2016 г. была сформирована мелкоразмерными рыбами, большая часть которых созревает к 5–6 годам. Отмечено также продолжающееся старение популяции и появление в ней рыб возраста 10+. Соотношение полов 1:1. Рыбы, прошедшие через турбины ГЭС-1 и ГЭС-2, часто остаются живыми и формируют в плесовых участках речного русла некие группировки. Однако насколько они устойчивы, предстоит выяснить. Предполагаются дальнейшие исследования причин/агентов, вызывающих деформацию позвоночника кокани.

### Литература

1. Лепская Е.В., Коваль М.В., Базаркина Л.А., Бонк Т.В., Бочкова Е.В., Бугаев В.Ф., Виноградова Д.С., Лосенкова К.В., Гаврюсева Т.В., Свириденко В.Д., Сергеенко Н.В., Устименко Е.А., Городовская С.Б. Становление и современное состояние экосистемы Толмачевского водохранилища (п-ов Камчатка) и акклиматизированной в нем популяции кокани (*Oncorhynchus nerka kennerlyi*) // Известия ТИНРО. – 2014. – Т. 178. – С. 95–115.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
3. Маркевич Г.Н. Изменение длины тела жилой нерки – кокани (*Oncorhynchus nerka* Walb.) в условиях интродукции в Толмачевское озеро (Западная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы VIII Междунар. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2007. – С. 227.
4. Маркевич Г.Н. Интродукция жилой формы нерки *Oncorhynchus nerka* (Walb.) в безрыбные водоемы Камчатки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: МГУ, 2008. – 24 с.
5. Маркевич Г.Н. Результаты интродукции жилой формы нерки *Oncorhynchus nerka* в Толмачевское озеро (Камчатка) // Вопросы ихтиологии. – 2009. – Т. 49. – № 2. – С. 85–92.
6. Погодаев Е.Г., Куренков С.И., Базаркина Л.А., Шубкин С.В., Воронин Н.Ю. Популяция интродуцированной кокани в условиях преобразования озера Толмачева в водохранилище // Вопр. рыб-ва. – 2010. – Т. 11. – № 1(41). – С. 65–78.
7. Леман В.Н., Есин Е.В., Сорокин Ю.В. Отчет НИР по теме: «Эколого-рыбохозяйственный мониторинг состояния водных биоресурсов и среды их обитания при эксплуатации каскада Толмачевских ГЭС (ГЭС-1, ГЭС-2 и ГЭС-3) 2014 год». Москва. Петропавловск-Камчатский: ВНИРО, 2014. – 64 с.
8. Леман В.Н., Есин Е.В., Чалов С.Р., Сорокин Ю.В. Отчет о выполнении работ по теме: «Эколого-рыбохозяйственный мониторинг состояния водных биоресурсов и среды их обитания при эксплуатации каскада Толмачевских ГЭС (ГЭС-1, ГЭС-2 и ГЭС-3). 2015 год». Москва. Петропавловск-Камчатский: ООО «РИТРОН», 2015. – 66 с.
9. Павлов Е.Д., Микодина Е.В., Седова М.А., Емельянова Н.Г., Маркевич Г.Н. Состояние гонад жилой нерки *Oncorhynchus nerka* из Толмачевского водохранилища // Вопросы ихтиологии. – 2010. – Т. 50. – № 3. – С. 356–365.
10. МУК 3.2.988-00. 2000. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Г.Г.Онищенко 25 октября 2000 г.)
11. Чернышева Н.Б., Кузнецова Е.В., Воронин В.Н., Стрелков Ю.А. Паразитологическое исследование рыб: Метод. пособие. – СПб.: ГОСНИОРХ, 2009. – 20 с.
12. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. 1998. Ч. 1. – М.: Отдел маркетинга АМБагро. – 310 с.
13. Грищенко Л.И., Акбаев М.Ш., Васильков Г.В. Болезни рыб и основы рыбоводства. – М.: Колос, 1999. – 456 с.
14. Рекомендации по борьбе с алиментарными болезнями рыб. Одобрены Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода России 29 октября 1999 г.

УДК 582.272/273(265.52)

Н.А. Лопатина<sup>1</sup>, А.В. Климова<sup>2</sup>, Н.Г. Клочкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Камчатский филиал тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683000;

<sup>2</sup>Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: miranda-n@yandex.ru

## СОВРЕМЕННЫЙ ВИДОВОЙ СОСТАВ МАССОВЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ МАКРОФИТОБЕНТОСА АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ И ЕГО СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Работа посвящена изучению трансформации флоры водорослей макрофитов, наблюдающейся в одной из наиболее загрязненных акваторий Дальнего Востока – Авачинской губе. В ней приводятся результаты сравнения состава массовых видов красных и бурых водорослей, встречавшихся в исходной флоре внутренней части Авачинской губы, с флорой 90-х гг. прошлого столетия и ныне существующей. Современная альгофлора района включает около 20 видов Rhodophyta и Ochrophyta. Приводятся данные по сезонным изменениям таксономической структуры сообществ-макрофитов для четырех районов Авачинской губы. Показано, что массовыми видами водорослей в настоящее время являются короткоцикловые эфемеры – *Ectocarpus confervoide*, *Petalonia fascia*, *Porphyra miniata*, *P. ochotensis*, *P. abbottae* и *P. tasa*, и многолетние бурые водоросли – *Alaria marginata*, *Saccharina bongardiana* и *Fucus evanescens*.

**Ключевые слова:** биоразнообразие, Rhodophyta, Ochrophyta, макрофитобентос, антропогенная деструкция, Авачинская губа.

N.A. Lopatina<sup>1</sup>, A.V. Klimova<sup>2</sup>, N.G. Klochkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

<sup>2</sup>Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: miranda-n@yandex.ru

## MODERN COMPOSITION OF MASS MACROPHYTOBENTHOS SPECIES AND ITS SEASONAL CHANGES IN THE AVACHA BAY (SOUTH-EASTERN KAMCHATKA)

The paper is devoted to studying of transformation of macrophyte algae flora which is observed in one of the most polluted water areas of the Far East – the Avacha Bay. Results of comparison of mass species structure of red and brown seaweeds which were found in initial flora of the internal part of the Avacha bay with flora of the 90s of the last century and current flora are given. The modern algaeflora of the area includes about 20 types of Rhodophyta and Ochrophyta. Data on seasonal changes of taxonomical structure of macrophyte communities for four areas of the Avacha bay are provided. It is shown that mass species of seaweed are short-cycle ephemeral plants – *Ectocarpus confervoide*, *Petalonia fascia*, *Porphyra miniata*, *P. ochotensis*, *P. abbottae* and *P. tasa*, and perennial brown seaweed – *Alaria marginata*, *Saccharina bongardiana* and *Fucus evanescens*.

**Key words:** biodiversity, Rhodophyta, Ochrophyta, macrophytobenthos, anthropogenic destruction, Avacha bay.

В прибрежных морских экосистемах основная роль в создании первичной биологической продукции принадлежит водорослям-макрофитам. Хроническое воздействие неблагоприятных факторов вызывает изменения видового состава и структуры альгоценозов. Они выражаются, прежде всего, в уменьшении числа видов, упрощении структуры сообществ, исчезновении из макрофитобентоса высокопродуктивных многолетних и редких стенобионтных видов, уменьшении продуктивности и ухудшении физиологического состояния у эврибионтов. Все эти процессы происходят поэтапно, в связи с этим важно понимание того, какие показатели макрофитобентоса отражают

те или иные стадии его антропогенной деградации. Для того, чтобы прогнозировать экологические изменения, происходящие в районах с хроническим загрязнением, необходимо также знание об устойчивости видов и пределах существующего антропогенного стресса.

У побережья Камчатки наибольшему антропогенному прессу подвержена Авачинская губа. Разрушение водорослевых сообществ началось здесь еще в прошлом веке, и изменения, произошедшие в результате трансформации альгоценозов и снижения биоразнообразия, в конце прошлого века были подвергнуты специальному изучению [1, 2]. В результате этих исследований было установлено, что в 1970–1999 гг. альгофлора Авачинской губы претерпела коренную деструктивную перестройку (рис. 1). Проведенное этими исследователями сравнение исходной альгофлоры с альгофлорой, сохранившейся к 1999 г., показало, что ее видовой состав в губе сократился на 2/3, а в районах постоянного хронического загрязнения – более чем на 3/4.

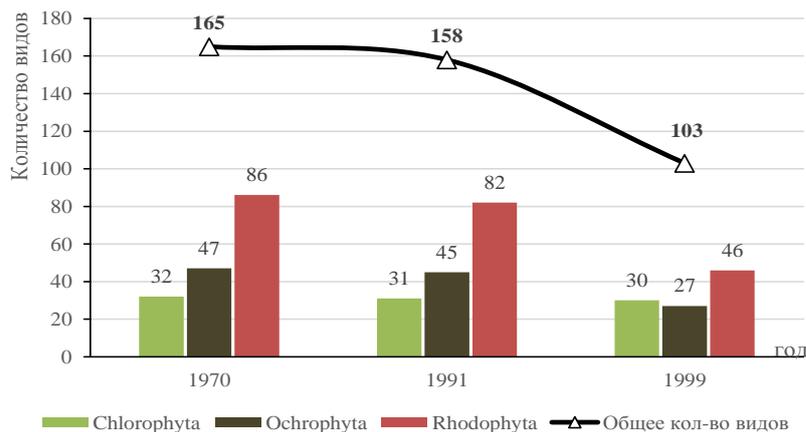


Рис. 1. Изменение содержания представителей разных групп водорослей в Авачинской губе за период 1970–1999 гг.

Исходная флора этого района имела сложный таксономический состав. Составлявшие ее виды принадлежали к 106 родам, 47 семействам, 23 порядкам, трем отделам. Отдел Chlorophyta включал 32, Ochrophyta – 47 и Rhodophyta – 86 видов. К 1991 г. общее количество видов и таксономическая структура флоры всей губы и различных ее частей изменилась незначительно (на 1–2,5%), и она еще сохраняла свое видовое разнообразие [2]. В этот период антропогенная трансформация макрофитобентоса шла не за счет сокращения видового состава, а за счет нарастания фитоценологических изменений. Выраженные флористические изменения наблюдались только вдоль отдельных районов внутренней части губы, расположенных у городского берега. В 1990-е гг., несмотря на то, что уровень загрязнения губы уменьшился, произошло резкое сокращение видового состава. К 1999 г. из состава исходной флоры исчезли более одной трети видов, и флора губы включала уже только 103 вида (62,4% от исходной). Изменения таксономической структуры при этом были не столь значительными [2].

Сравнительный анализ количественных изменений видового состава отделов Rhodophyta и Ochrophyta за период 1970–1999 гг., приведенный в работах [1–3], показал, что с 1970 по 1991 гг. количество представителей Rhodophyta уменьшилось только на четыре вида, а к 1999 г. сокращение видового состава стало в десять раз большим – исчезло 40 видов. К концу 1990-х гг. из 86 видов багрянок, входивших в исходную флору, сохранились только 46, или 53,5% от бывшего количества. Если за двадцатилетний период с 1970 по 1991 гг. видовой состав красных водорослей уменьшился на 4,7%, то в 1990-е гг. – на 41,8%. За весь же период наблюдений с 1970 по 1999 гг. исходная флора Rhodophyta Авачинской губы уменьшилась на 46,5%.

Отдел Ochrophyta в исходной флоре губы состоял из 47 видов. К 1991 г. их стало на два вида меньше. В процентном отношении с 1970 по 1991 гг. уменьшение видового состава бурых и красных водорослей в Авачинской губе было практически одинаковым и составило, соответственно, 4,3 и 4,7%. При этом в разных районах губы трансформация видового состава Ochrophyta, как и Rhodophyta, протекала с разной скоростью. К 1999 г. уменьшение видового состава Ochrophyta в процентном отношении стало меньшим, чем Rhodophyta. На этом основании авторы сделали вывод о том, что устойчивость бурых и красных водорослей на разных этапах антропо-

погенной деструкции была разной. Сначала большую устойчивость демонстрировали представители отдела Rhodophyta, и их выпадение из флоры по сравнению с Ochrophyta было значительно меньше. Однако в дальнейшем из состава флоры наиболее интенсивно выпадали багрянки [2].

С момента проведения последней альгофлористической съемки в Авачинской губе в 1999 г. прошло 17 лет. За это время здесь было проведено достаточно много альгологических и гидробиологических исследований, и получены интересные, новые для науки данные. Сама губа стала полигоном изучения антропогенного влияния на состояние прибрежных экосистем и обитающих здесь организмов. Водоросли-макрофиты, особенно ламинариевые, при этом оказались одной из наиболее изученных таксономических групп морских организмов. Несмотря на успехи в исследовании отдельных видов водорослей, произошедшие здесь за 17 лет флористические изменения никем не оценивались, хотя именно они наилучшим образом отражают последствия загрязнения водоема. Исходя из всего вышесказанного, целью настоящего исследования являлось определение видового состава массовых видов водорослей-макрофитов и сезонных изменений в составе альгоценозов в четырех районах Авачинской губы, подверженных многолетнему антропогенному загрязнению.

Материалом для настоящей работы послужили полевые наблюдения и сборы проб макрофитобентоса, проведенные с мая по ноябрь 2016 г. в разных районах Авачинской губы. Материал собирали на участках, расположенных в разных местах восточного побережья губы от бух. Сероглазка до п-ова Завойко: 1 – участок побережья, прилежащий к судоремонтному заводу (СРМЗ) в бух. Сероглазка; 2 – район, называемый Петропавловским ковшом; 3 – прибрежная зона у м. Санникова; 4 – мористая сторона п-ова Завойко (рис. 2). Все они отличаются уровнем антропогенного загрязнения и особенностями гидрологического режима.

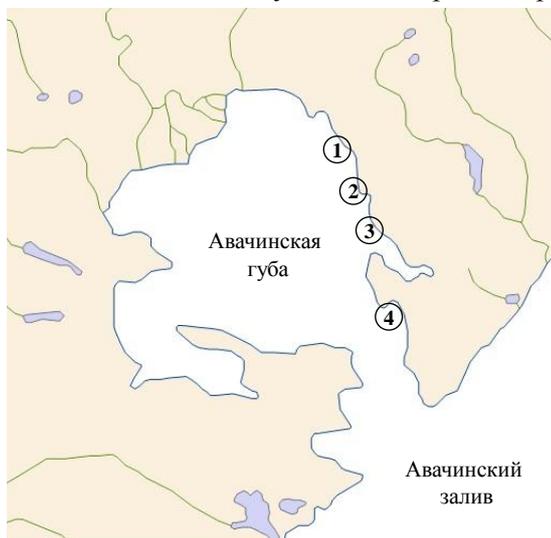


Рис. 2. Карта-схема отбора проб массовых представителей макрофитобентоса:  
1 – бух. Сероглазка, 2 – Петропавловский Ковш,  
3 – м. Санникова, 4 – бух. Завойко

Пробы макрофитобентоса собирали на литорали во время сизигийных отливов и в верхней сублиторали на глубинах 1–2 м (глубже у восточного берега Авачинской губы пояс водорослей практически повсеместно отсутствует). Указанные выше участки побережья посещали каждые 2–3 недели. Для определения состава красных и бурых водорослей во всех местах сбора материала на разных глубинах собирали качественные пробы.

В результате определения современного состава альгофлоры Авачинской губы было установлено, что она включает не более 45 видов. Часть из них имеют микроскопические размеры и являются эпифитами и эндофитами. Из-за редкой встречаемости этих видов и сложности их обнаружения судить об их сезонном развитии сложно. Среди обнаруженных нами макроводорослей некоторые виды являются достаточно редкими. Они были встречены в единичных экземплярах. Это в основном сублиторальные водоросли, встречающиеся у п-ова Завойко, где еще сохраняется сублиторальный водорослевый пояс.

Литоральная зона, находящаяся на границе трех сред: атмосферы, литосферы и гидросферы, подвергается, как известно, наибольшему антропогенному прессу, поэтому разрушение макрофитобентоса здесь выражено сильнее, чем в верхней сублиторали. Неудивительно, что литоральная флора красных и бурых водорослей изученных районов крайне бедна, и лишь несколько их видов являются здесь доминантами альгоценозов. Количественный состав видов, обнаруженных в разных районах побережья Авачинской губы в течение вегетационного периода (с мая по ноябрь) приведен на рис. 3.

Анализ представленных на рис. 3 данных и их сравнение с данными Н.Г. Ключковой и В.А. Березовской [1] за 1999 г. (см. рис. 1) показывает, что количество бурых и багряных водорослей в Авачинской губе к настоящему времени сократилось еще больше, особенно у м. Санникова и в Петропавловском ковше. У мористой стороны п-ова Завойко видовой состав водорослей более разнообразный, чем в других районах, но и здесь за прошедшее с 1999 г. время произошло заметное его сокращение, особенно в литоральной зоне. Так, даже в наиболее теп-

лый, благоприятный для развития водорослей период количество массовых представителей бурых и красных водорослей у п-ова Завойко не превышает 10 видов. В ноябре в достаточно большом количестве здесь было обнаружено пять массовых видов. Часть из них была собрана из штормовых выбросов. Не исключено, что они поступили сюда из других районов Авачинской губы. Перечень массовых видов Rhodophyta и Ochrophyta, найденных в разных районах Авачинской губы в разные месяцы, приведен в таблице.

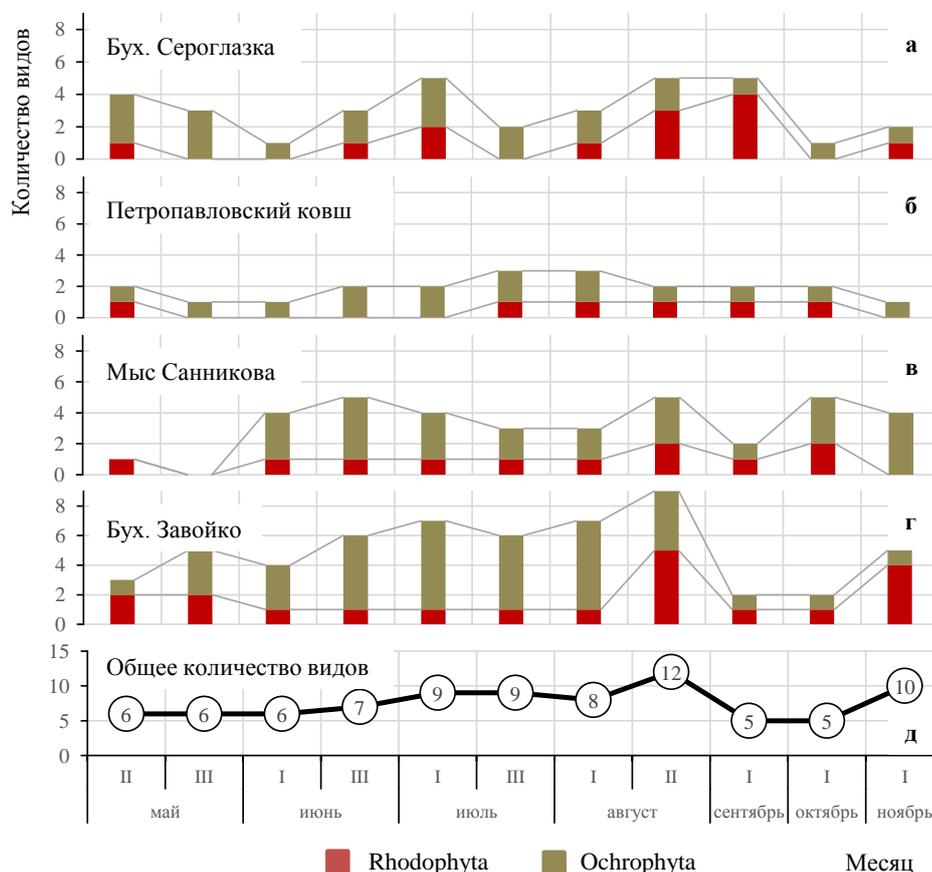


Рис. 3. Количество массовых видов бурых и красных водорослей в разных районах побережья Авачинской губы с мая по ноябрь 2016 г.: а – бух. Сероглазка, б – район Петропавловский ковш, в – м. Санникова, г – бух. Завойко, д – общее количество видов

Таблица

Массовые виды бурых и красных водорослей, обнаруженные в районах исследований с мая по ноябрь 2016 г.

Месяц	Районы Авачинской губы			
	Бухта Сероглазка	Петропавловский Ковш	Мыс Санникова	Полуостров Завойко
II декада мая	<i>Palmaria stenogona</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Scytosiphon lomentaria</i>	<i>Palmaria stenogona</i> <i>Saccharina bongardiana</i>	<i>Palmaria stenogona</i>	<i>Neoptilota asplenioides</i> <i>Palmaria stenogona</i> <i>Alaria marginata</i>
III декада мая	<i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Scytosiphon lomentaria</i>	<i>Fucus evanescens</i>	–	<i>Palmaria stenogona</i> <i>Porphyra miniata</i> <i>Analipus japonicus</i> <i>Scytosiphon lomentaria</i> <i>Fucus evanescens</i>
I декада июня	<i>Fucus evanescens</i>	<i>Fucus evanescens</i>	<i>Palmaria stenogona</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Scytosiphon lomentaria</i>	<i>Porphyra miniata</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Saccharina bongardiana</i> <i>Fucus evanescens</i>

Месяц	Районы Авачинской губы			
	Бухта Сероглазка	Петропавловский Ковш	Мыс Санникова	Полуостров Завойко
III декада июня	<i>Porphyra miniata</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Fucus evanescens</i> <i>Saccharina bongardiana</i>	<i>Porphyra miniata</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Chordaria flagelliformis</i> <i>Dictiosiphon foeniculaceus</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Porphyra miniata</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Chordaria flagelliformis</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Petalonia fascia</i> <i>Saccharina bongardiana</i>
I декада июля	<i>Palmaria stenogona</i> <i>Porphyra abbottae</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Saccharina bongardiana</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Fucus evanescens</i> <i>Saccharina bongardiana</i>	<i>Porphyra miniata</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Scytosiphon lomentaria</i>	<i>Porphyra miniata</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Chordaria flagelliformis</i> <i>Ectocarpus confervoides</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Saccharina bongardiana</i> <i>Scytosiphon lometharia</i>
III декада июля	<i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Porphyra abbottae</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Saccharina bongardiana</i>	<i>Porphyra ochotensis</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Porphyra miniata</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Chordaria flagelliformis</i> <i>Ectocarpus confervoides</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Saccharina bongardiana</i>
I декада августа	<i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Porphyra abbottae</i>	<i>Fucus evanescens</i> <i>Saccharina bongardiana</i> <i>Porphyra abbottae</i>	<i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Porphyra abbottae</i>	<i>Porphyra miniata</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Chordaria flagelliformis</i> <i>Saccharina bongardiana</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Desmarestia intermedia</i> <i>Ectocarpus confervoides</i>
II декада августа	<i>Palmaria stenogona</i> <i>Porphyra abbottae</i> <i>Pterosiphonia bipinnata</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Porphyra abbottae</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Porphyra abbottae</i> <i>Pterosiphonia bipinnata</i> <i>Chordaria flagelliformis</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Scytosiphon lomentaria</i>	<i>Kallymeniopsis lacera</i> * <i>Odonthalia annae</i> * <i>Palmaria stenogona</i> <i>Porphyra abbottae</i> <i>Porphyra miniata</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Desmarestia intermedia</i> <i>Saccharina bongardiana</i>
I декада сентября	<i>Palmaria stenogona</i> <i>Pterosiphonia bipinnata</i> <i>Porphyra abbottae</i> <i>Porphyra tasa</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Porphyra abbottae</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Porphyra abbottae</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Porphyra abbottae</i> <i>Fucus evanescens</i>
I декада октября	<i>Fucus evanescens</i>	<i>Porphyra abbottae</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Palmaria stenogona</i> <i>Porphyra abbottae</i> <i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Saccharina bongardiana</i>	<i>Porphyra abbottae</i> <i>Fucus evanescens</i>
I декада ноября	<i>Porphyra abbottae</i> <i>Fucus evanescens</i>	<i>Fucus evanescens</i>	<i>Alaria marginata</i> <i>Fucus evanescens</i> <i>Laminaria sp._AVB</i> <i>Petalonia fascia</i>	<i>Kallymeniopsis lacera</i> * <i>Neoptilota asplenioides</i> * <i>Odonthalia annae</i> * <i>Palmaria stenogona</i> <i>Fucus evanescens</i>

\* виды, обнаруженные в сублиторальных выбросах

Из представленной таблицы видно, что у городского побережья Авачинской губы в ходе исследований было встречено 20 видов водорослей-макрофитов, из которых 11 бурых и 9 красных. Из них три вида багрянок *Kallymeniopsis lacera*, *Neoptilota asplenioides* и *Odonthalia annae* были собраны только в штормовых выбросах у п-ова Завойко. Обследование водорослевого пояса в этом районе показывает, что здесь еще сохраняется пояс ламинариевых. Он распространяется до глубины 5–6 м, и его основу составляют *Saccharina bongardiana* и *Alaria marginata*. Водолазные исследования, проведенные здесь авторами в 2009 г., показали, что в популяциях указанных

видов ламинариевых уже тогда практически отсутствовали представители старших возрастных групп и оба этих вида были представлены только одно- и двухлетними растениями. Их размерно-массовые показатели сильно отличались от таковых у *S. bongardiana* и *A. marginata*, произрастающих в соседних бухтах Авачинского залива.

В литоральной флоре изучаемых районов было обнаружено 11 видов бурых водорослей. Два из них являются короткоцикловыми эфемерами. Это *Petalonia fascia* и *Ectocarpus confervoides*, остальные относятся к асезонным однолетникам, дающим в течение вегетационного сезона несколько генераций.

Сплошного покрытия ни один из этих видов не образует, хотя в чистых местах каждый из них может формировать водорослевый пояс, самостоятельный или смешанный с другими видами. Многолетними в литоральной альгофлоре являются ламинариевые и фукусовые водоросли. *Fucus evanescens*, судя по данным В.Б. Чмыхаловой [4], у побережья Камчатки может вегетировать более шести лет. В районах исследования сроки жизни у него сокращаются. В возрастной структуре его популяций доминируют растения разных размерных групп: 1+, 2, 2+. Продолжительность жизни ламинариевых водорослей (*A. marginata*, *S. bongardiana*, *Laminaria sp. AVB*), как правило, не превышает двух лет. Среди багряных водорослей в литоральных водорослевых сообществах обсуждаемых районов Авачинской губы доминируют *Palmaria stenogona* и представители рода *Porphyra*: *P. miniata*, *P. ochotensis*, *P. abbottae* и *P. tasa*. Первый вид относится к асезонным однолетникам. Он появляется ранней весной и к концу осени успевает дать несколько новых генераций, которые и обеспечивают его постоянное присутствие во флоре ряда обследованных нами районов побережья. Этому виду свойствен гетероморфный цикл развития, в котором бесполое и женские генерации морфологически не отличаются друг от друга и имеют макроскопические размеры. Мужские растения этого вида представляют собой микроскопические корочки. Все генерации вида отличаются чрезвычайной устойчивостью к стрессовым факторам среды. *Pterosiphonia bipinnata* – встречалась крайне нерегулярно, в основном у п-ова Завойко, в бух. Сероглазке и у м. Санникова. В чистых местообитаниях она обычно формирует самостоятельный пояс. В Авачинской губе встречаются уже только единичные растения этого политакобного вида.

Авачинская губа, как известно, является одним из самых загрязненных внутренних водоемов дальневосточного побережья России. Знание о состоянии его биоты в этом районе очень важно для понимания экологической ситуации и прогнозирования ее изменения в Камчатском крае и на Дальнем Востоке в целом. При этом таксономический состав и сезонное развитие морских макрофитов являются одним из важных индикаторных факторов загрязнения. В результате проведенного нами исследования было определено биоразнообразие макрофитобентоса на участках побережья Авачинской губы с высоким уровнем антропогенной нагрузки. Наши исследования показали, что видовой состав макрофитов Авачинской губы в настоящее время насчитывает не более 45 видов. Современный видовой состав бурых и красных водорослей во внутренней части Авачинской губы не превышает 20 видов макрофитов, наибольшее количество их видов встречено в бух. Завойко, наименьшее – в сильно загрязненном участке городского побережья, Петропавловском ковше. Доминантами альгоценозов в губе являются лишь несколько видов бурых и красных водорослей. Остальные массовые виды, по-видимому, уже исчезли из состава ее альгофлоры.

### Литература

1. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 205 с.
2. Березовская В.А. Макрофитобентос как показатель состояния среды в прибрежных водах Камчатки: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – Владивосток, 2002. – 49 с.
3. Березовская В.А., Емельянова А.А., Писарева Н.А. Бурые и красные водоросли прибрежных вод Камчатки в условиях загрязнения среды // Рыбохозяйственное образование Камчатки в XXI веке: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (15–16 октября 2002 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2002. – С. 118–123.
4. Чмыхалова В.Б. Развитие бурой водоросли *Fucus evanescens* Ag. в прикамчатских водах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 25 с.

УДК [597.552.51:591.543.43](282.257.45)

**С.Л. Марченко<sup>1</sup>, М.В. Волобуев, Е.В. Хаменкова<sup>2</sup>, В.В. Поспехов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии,  
Москва, 107140;*

<sup>2</sup>*Институт биологических проблем Севера,  
Магадан, 685000  
e-mail: slm@vniro.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ ПОКАТНОЙ МИГРАЦИИ МОЛОДИ ГОРБУШИ И КЕТЫ РЕКИ ТАУЙ**

Разнокачественность молоди горбуши и кеты и различные «стратегии» ее миграции из р. Тауй связаны с температурным режимом нерестилищ. Наличие остатков желточного мешка и небольшие размеры у покатников, выходящих с русловых нерестилищ, не являются показателем низкой жизнеспособности молоди. Они обусловлены тем, что молодь выходит из грунта непосредственно перед скагом. Напротив, на ключевых нерестилищах, характеризующихся более теплыми водами в зимний период, молодь поднимается на плав задолго до ската и в течение нескольких месяцев нагуливается на их акватории, что благоприятно сказывается на ее качественных характеристиках и определяет активную миграцию в море.

**Ключевые слова:** горбуша, кета, нерестилища, покатная миграция.

**S.L. Marchenko<sup>1</sup>, M.V. Volobuev, E.V. Khamenkova<sup>2</sup>, V.V. Pospikhov<sup>2</sup>**

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Moscow, 107140;*

<sup>2</sup>*Institute of Biological Problem of the North,  
Magadan, 685000  
e-mail: slm@vniro.ru*

## **PATTERNS OF DOWNSTREAM MIGRATION OF PINK SALMON AND CHUM SALMON JUVENILES IN THE TAUY RIVER**

The qualitative variety of pink salmon and chum salmon juveniles and different “strategies” of their downstream migration from the Tauy River are related with temperature conditions on the spawning grounds. The rest of yolk sack and small size of downstream migrants from riverine spawning grounds do not reflect their low vital capacity. These features are caused by the fact that juveniles emerge from redds just before outmigration. On the contrary, juveniles from spring brook spawning grounds, which are characterized by warmer water in winter, emerge long before outmigration. These juveniles forage for several months at nursery spring brooks and that affects favourably on their qualitative characteristics and determines active migration to sea.

**Key words:** pink salmon, chum salmon, spawning grounds, downstream migration.

### **Введение**

Река Тауй – крупнейший нерестовый водоем тихоокеанских лососей в Тауйской губе. Она обеспечивает ежегодный улов тихоокеанских лососей на уровне 800–1000 т, что составляет не менее трети объема их вылова в Магаданской области. Основу запасов в реке формируют горбуша и кета. Их среднеголетний уровень численности за период с 1966 по 2014 гг. составляет, соответственно, 680 и 198 тыс. рыб.

Очевидно, что величина запаса в значительной степени определяется условиями воспроизводства в водоеме (нерестовым фондом, условиями нереста). Но для видов, пресноводный период жизни которых непродолжителен, а трофическая связь с нерестовой рекой невелика, не менее важным в становлении запаса является период покатной миграции из реки в море. Эффективность покатной миграции и, соответственно, выживаемость поколения в целом определяется как рядом видоспецифических адаптаций, так и комплексом факторов внешней среды. Некоторые особенности покатной миграции молоди кеты и горбуши будут рассмотрены в данной работе.

## Материалы и методы

В основу работы легли материалы, собранные сотрудниками МагаданНИРО, в т. ч. авторами настоящей работы, с 1997 по 2014 гг. в период покатной миграции молоди горбуши и кеты в р. Тауй. Работы проводили на гидрологическом створе, расположенном примерно в 1,5 км ниже слияния рек Кава и Челомджа, образующих р. Тауй.

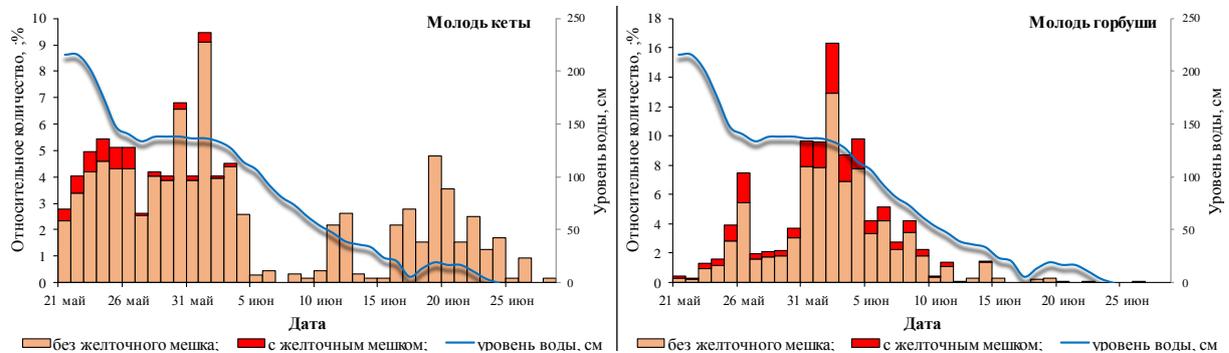
В основу методики учета покатной молоди положен выборочный метод учета [1], модифицированный для проведения учетных работ на гидрологических створах. Отлов покатников осуществляли с борта моторных лодок с помощью мягкой ловушки длиной 2 м и площадью входного отверстия 0,25 м<sup>2</sup>. Ловушка изготовлена из газ-сита № 7 или безузелковой дели с ячейей 3×3 мм. Ее постановки производили с гидрологического троса, натянутого над рекой, на станциях, расположенных друг от друга на расстоянии 20 м. Учетные работы выполняли круглосуточно.

Считаем своим приятным долгом поблагодарить В.В. Волобуева, С.В. Путивкина и А.И. Мордовина, оказывавшим поддержку при проведении исследований.

## Результаты исследований

Покатная миграция молоди горбуши и кеты в р. Тауй начинается в первых числах мая. Основная часть молоди горбуши скатывается из реки в конце мая – первой половине июня. К середине июля миграция завершается. У кеты, как и у горбуши, большая часть молоди скатывается рано и в сжатые сроки, но часть ее может в течение нескольких месяцев нагуливаться в нерестовом водоеме и мигрировать море по мере физиологической готовности. Дифференциация молоди кеты по «стратегиям» ската приводит к формированию ряда пиков в динамике ее покатной миграции (рисунок). Известны также случаи зимовки молоди тауйской кеты в нерестовом водоеме [2, 3].

На интенсивность ската молоди горбуши и кеты оказывают влияние колебания уровня воды в реке. Массовая миграция во второй половине мая – начале июня часто сопряжена с весенним половодьем. Приуроченность ската молоди горбуши и большей части молоди кеты к периоду максимальных скоростей потока можно рассмотреть как адаптацию, направленную на минимизацию энергетических затрат при достижении мест нагула: молодь перемещается вниз по течению за счет транспортной силы потока. В то же время часть молоди кеты задерживается в реке, демонстрируя иное миграционное поведение: пассивный тип миграции сменяется активным.



Динамика уровня воды и покатной миграции кеты и горбуши в р. Тауй в 2002 г.

На протяжении покатной миграции вариационные ряды длины тела молоди горбуши не претерпевают серьезных изменений и характеризуются распределением, близким к нормальному. Из реки скатывается молодь длиной от 26 до 41 мм, а модальную группу формируют особи длиной от 31 до 33 мм. Увеличение длины тела происходит в результате роста молоди, что, в частности, подтверждается увеличением доли рыб, перешедших на экзогенное питание, и снижением количества покатников, имеющих остатки желточного мешка (табл. 1).

Таблица 1

Вариационные ряды длины тела покатной молоди горбуши р. Тауй, а также доля рыб с остаточным желточным мешком и перешедших на экзогенное питание

Длина тела, мм	Май				Июнь						Июль	
	I	III	V	VI	I	II	III	VI	V	IV	I	II
26,1–27,0	–	–	–	0,2	–	–	–	–	–	–	–	–
27,1–28,0	–	–	0,2	–	0,2	–	0,8	–	1,1	–	–	–
28,1–29,0	–	–	1,5	1,6	0,8	0,6	–	6,6	–	1,0	–	–

Длина тела, мм	Май				Июнь						Июль	
	I	III	V	VI	I	II	III	VI	V	IV	I	II
29,1–30,0	4,0	2,9	3,4	3,9	2,5	2,1	4,5	–	1,1	7,0	–	–
30,1–31,0	18,0	5,7	18,4	19,8	14,4	14,6	16,3	26,7	4,5	21,0	–	–
31,1–32,0	32,0	25,7	30,9	24,4	28,7	25,3	26,1	26,7	17,6	30,0	100,0	–
32,1–33,0	34,0	37,1	27,3	27,7	30,8	31,0	31,4	26,7	24,4	29,0	–	–
33,1–34,0	10,0	25,7	13,5	14,2	16,7	18,3	16,3	6,7	33,7	9,0	–	100,0
34,1–35,0	2,0	2,9	3,9	5,4	5,5	6,0	3,8	6,6	13,6	3,0	–	–
35,1–36,0	–	–	0,9	2,1	0,2	1,7	–	–	3,4	–	–	–
36,1–37,0	–	–	–	0,7	0,1	0,2	0,4	–	0,6	–	–	–
39,1–40,0	–	–	–	–	0,1	–	0,4	–	–	–	–	–
40,1–41,0	–	–	–	–	–	0,2	–	–	–	–	–	–
N, экз.	50	70	534	611	855	480	264	15	176	100	1	1
Средняя длина тела, мм	31,8	32,4	31,9	32,0	32,1	32,2	32,0	31,6	32,9	31,7	31,5	33,5
Доля рыб с желточным мешком, %	72,0	27,1	74,7	47,1	40,6	28,3	15,2	8,5	13,3	24,0	–	–
Доля питающихся рыб, %	–	–	17,8	20,6	24,6	23,5	57,6	–	20,0	–	100	100

У молоди кеты, напротив, наблюдается резкое изменение вариационных рядов длины тела на протяжении миграции в море. Первоначально в конце мая – начале июня покатники характеризуются небольшими линейными показателями. Модальную группу формируют особи, длина тела которых составляет от 35 до 38 мм. Признак изменяется в пределах 29–44 мм. В середине июня вариационные ряды длины тела начинают смещаться в область больших значений, а наиболее крупная молодь скатывается в конце июня – первой половине июля. Ее модальную группу формируют мальки длиной 52–53 мм (табл. 2).

Таблица 2

**Вариационные ряды длины тела покатной молоди кеты реки Тауй, а также доля рыб с остаточным желточным мешком и перешедших на экзогенное питание**

Длина тела, мм	Май		Июнь						Июль		
	V	VI	I	II	III	VI	V	IV	I	II	III
29,1–30,0	2,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30,1–31,0	2,1	0,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–
31,1–32,0	2,1	1,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
32,1–33,0	–	1,1	1,1	–	–	–	–	–	–	–	–
33,1–34,0	8,5	4,4	1,1	1,2	–	–	–	–	–	–	–
34,1–35,0	8,5	3,9	4,6	2,4	0,7	–	–	–	1,5	–	–
35,1–36,0	23,4	12,2	19,9	3,6	1,4	–	–	–	–	–	–
36,1–37,0	36,2	19,3	18,4	15,7	2,1	–	–	–	–	–	–
37,1–38,0	12,8	19,3	17,2	16,9	2,1	–	–	–	–	–	–
38,1–39,0	–	18,2	10,3	9,6	2,8	–	–	–	1,5	–	–
39,1–40,0	4,3	9,9	14,9	13,3	4,2	–	–	–	–	–	–
40,1–41,0	–	5,5	5,7	14,5	8,5	3,0	4,0	–	–	–	–
41,1–42,0	–	3,9	2,3	7,2	9,2	3,0	6,0	–	–	–	–
42,1–43,0	–	0,6	2,3	6,0	11,3	–	8,0	–	1,5	–	–
43,1–44,0	–	–	1,1	7,2	9,9	–	12,0	–	–	2,0	–
44,1–45,0	–	–	1,1	1,2	9,2	9,1	10,0	4,0	–	4,0	–
45,1–46,0	–	–	–	1,2	8,5	9,1	10,0	6,0	–	2,0	–
46,1–47,0	–	–	–	–	13,3	–	4,0	4,0	–	2,0	–
47,1–48,0	–	–	–	–	4,9	12,1	6,0	2,0	1,5	4,0	11,1
48,1–49,0	–	–	–	–	3,5	9,1	8,0	6,0	4,5	2,0	11,1
49,1–50,0	–	–	–	–	3,5	9,1	16,0	6,0	7,5	4,0	11,1
50,1–51,0	–	–	–	–	2,8	9,1	8,0	26,0	6,0	10,0	–
51,1–52,0	–	–	–	–	0,7	6,1	–	12,0	9,0	8,0	–
52,1–53,0	–	–	–	–	0,7	9,1	4,0	14,0	14,7	14,0	11,1
53,1–54,0	–	–	–	–	–	6,1	2,0	10,0	13,4	14,0	–
54,1–55,0	–	–	–	–	–	6,1	–	6,0	10,4	8,0	–
55,1–56,0	–	–	–	–	–	3,0	–	2,0	7,5	6,0	22,3
56,1–57,0	–	–	–	–	0,7	–	2,0	–	4,5	2,0	–
57,1–58,0	–	–	–	–	–	–	–	2,0	6,0	2,0	11,1
58,1–59,0	–	–	–	–	–	3,0	–	–	3,0	6,0	–
59,1–60,0	–	–	–	–	–	–	–	–	6,0	4,0	–
60,1–61,0	–	–	–	–	–	–	–	–	2,0	–	–

Длина тела, мм	Май		Июнь						Июль		
	V	VI	I	II	III	VI	V	IV	I	II	III
61,1–62,0	–	–	–	–	–	3,0	–	–	–	–	11,1
62,1–63,0	–	–	–	–	–	–	–	–	1,5	4,0	11,1
N, экз.	47	181	87	83	142	33	50	50	67	50	9
Средняя	35,7	37,3	37,6	39,2	43,8	49,7	46,6	50,7	53,0	52,9	54,5
Доля рыб с желточным мешком, %	29,8	23,2	17,2	12,0	–	–	–	–	1,5	–	–
Доля питающихся рыб, %	91,5	85,6	94,3	91,6	100	100	100	100	98,5	100	100

Относительно небольшой улов крупной молодежи связан с тем, что значительная ее часть скатывается вне основного потока, предпочитая держаться вдоль берега. Кроме того, она не только активно избегает ловушку, но и, попадая в нее, стремится ее покинуть. Аналогичное поведение наблюдается у крупной молодежи лососей р. Утхолок (Камчатка) [4].

В мае – начале июня покатники горбуши и кеты в большинстве своем питаются эндогенно, но среди них встречаются особи, перешедшие на смешанное питание (табл. 1 и 2). Интенсивность питания такой молодежи невелика. Анализ материалов показывает, что такая молодежь скатывается с начала мая, до весеннего половодья, но миграция основной части приходится на период высокой воды. Иными словами, паводок является фактором, ускоряющим скат молодежи в море, но не является фактором, инициирующим покатную миграцию. Отсутствие крупной молодежи среди покатников в мае – начале июня, по-видимому, связано с тем, что она совершает активную миграцию по мере физиологической готовности к скату, как это свойственно лососевым с длительным пресноводным периодом, а во время половодья держится в придаточной системе реки. Эта молодежь интенсивно питается, и среди нее нет особей с остатками желточного мешка (рис. 1, табл. 1 и 2).

### Обсуждение результатов

Горбуша и кета в р. Тауй воспроизводятся на нерестилищах руслового и ключевого типов, различающихся комплексом гидрологических характеристик и в первую очередь температурным режимом. На русловых нерестилищах развитие икры горбуши и кеты идет в условиях постепенного понижения температуры вплоть до значений близких к 0°C. Основные стадии развития икра проходит до зимнего выхолаживания вод. Молодь поднимается на плав в апреле – начале мая и вскоре скатывается в море. Миграция начинается до ее перехода на экзогенное питание. Покатники характеризуются небольшими размерами, и значительная их часть имеет остаток желточного мешка.

Эмбриогенез лососей на ключевых нерестилищах проходит при более высоких температурах воды, которые никогда не опускаются до значений, близких к 0°C. Это обуславливает более высокую скорость развития икры, а молодежь поднимается на плав на 1–1,5 месяца раньше, чем на русловых нерестилищах. Наличие в воде биогенов, поступающих от разлагающихся трупов производителей лососей, в совокупности с небольшой скоростью течения и повышенной (по отношению к другим участкам реки) температурой воды, обеспечивает высокую плотность кормового бентоса, которая в апреле – мае составляет 13,6–28,8 г/м<sup>2</sup>, что формирует благоприятные условия для нагула молодежи. В частности, средние значения индекса наполнения желудков молодежи кеты в это время варьируют от 223 до 356‰, а максимальные показатели достигают 688‰ [5]. Комплекс условий на нерестилищах ключевого типа предопределяет более крупные размеры молодежи уже во время выхода из грунта, а пресноводный нагул еще больше усиливает ее отличия в размерах тела от молодежи русловой кеты.

Исходя из динамики качественных показателей молодежи горбуши и кеты, можно говорить о том, что молодежь, скатывающаяся из р. Тауй в мае – начале июня, выходит с русловых нерестилищ, а в конце июня – июле – с ключевых. Низкая вариабельность линейных показателей молодежи горбуши на протяжении ее покатной миграции является отражением ее воспроизводства главным образом на нерестилищах руслового типа. И, напротив, высокая разнокачественность покатной молодежи кеты обусловлена нерестом на нерестилищах двух типов.

Вариабельность линейных размеров молодежи кеты известна и в других регионах: например, на Сахалине у нее выделяют две экологические группировки: первая состоит из рыб, преобладающая длина тела которых составляет 27–40 мм, вторая – 40–54 мм [6]. Две группировки покатной молодежи кеты отмечены в р. Амур [7]: первая представлена молодью, масса тела которых

равна 0,24–0,32 г, вторая – покатниками, масса тела которых составляет до 1,5–2,0 г. Также две группировки молоди кеты прослеживаются в период ее покатной миграции из р. Кухтуй: до конца июня из реки скатывается молодь, масса тела которых равна 0,30–0,40 г, а с конца июня – молодь, масса тела которых составляет 0,50–0,70 мг [8].

Русловая и ключевая кета по срокам хода, ряду биологических показателей и условиям воспроизводства была описана В.В. Волобуевым [9, 10], как ранняя и поздняя формы. При этом считается, что воспроизводство ранней (русловой) кеты идет в р. Кава, а поздней (ключевой) – в р. Челомджа [10, 11].

В месте проведения учетных работ на р. Тауй воды рек Кава и Челомджа не смешиваются, что позволяет дифференцировать покатную молодь по происхождению<sup>1</sup>. Изначально предполагалось, что мелкая молодь русловой кеты будет скатываться в кавинских водах под правым берегом р. Тауй, тогда как крупная молодь ключевой кеты – в челомджинских водах под левым берегом. Обобщение материалов за несколько лет показало, что молодь русловой и ключевой кеты присутствует на всем сечении русла р. Тауй, и это дает основание считать, что воспроизводство кеты обеих форм идет как в р. Кава, так и в р. Челомджа (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Распределение молоди кеты рек Кава и Челомджа в 2002 г. по длине тела, %

Берег	Длина тела по Смитту, мм																															
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
Кавинский	1,0	1,0	1,0	3,0	5,1	6,1	6,1	5,1	4,0	–	7,0	5,1	6,1	4,0	6,1	6,1	8,1	5,1	1,0	3,0	4,0	2,0	3,0	2,0	2,0	1,0	1,0	–	–	–	–	1,0
Челомджинский	–	–	0,7	3,7	3,0	16,3	18,0	10,4	4,4	10,4	4,4	2,2	2,2	2,2	2,2	4,4	3,7	3,0	4,4	1,5	2,2	–	–	–	–	–	–	–	0,7	–	–	–

Таблица 4

Биологические показатели молоди кеты, скатывавшейся под кавинским и челомджинским берегами реки Тауй в 2002 г.

Река	Длина по Смитту, мм	Масса тела, мг	Доля питавшихся покатников, %	Средний общий индекс наполнения желудков, ‰	№, экз.
Кава	$42,5 \pm 0,7$ 30–61	$665,2 \pm 38,1$ 174–2212	62,6	186,01	99
Челомджа	$39,2 \pm 0,4$ 32–58	$489,5 \pm 21,9$ 202–1871	80,0	253,75	135
$t_{st}$	4,09***	4,00***	–	–	–

Примечание. Над чертой – арифметическая средняя и ее ошибка, под чертой – пределы колебания признака.  
\*\*\* различия достоверны при  $p < 0,001$

Подводя итог отметим, что небольшие размеры покатников горбуши и кеты, скатывающихся в мае – начале июня, а также высокий процент среди них слабо питающихся мальков и особей, имеющих остатки желточного мешка, не является отражением низкого качества молоди. Это является нормой для покатников, которые выходят с нерестилищ руслового типа. Также нормой являются крупные размеры молоди, скатывающейся с нерестилищ ключевого типа. Различия между молодь с нерестилищ разного типа главным образом определяются наличием и продолжительностью пресноводной фазы нагула.

## Литература

1. Таранец А.Я. Исследования нерестилищ кеты и горбуши в р. Иске // Рыб. хоз-во. – 1939. – № 12. – С. 1–4.
2. Волобуев В.В. О зимовке молоди кеты в родном нерестовом водоеме // Тез. докл. 10 Всес. симп. «Биологические проблемы Севера». – Магадан, 1983а. – Ч. 2. – С. 158.
3. Волобуев В.В. Об особенностях размножения кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) (Salmonidae) и экологии ее молоди в бассейне р. Тауй // Вопр. ихтиологии. – 1984. – Т. 24. – Вып. 6. – С. 953–963.

<sup>1</sup> Река Кава является типично равнинным водоемом, с темной торфяной водой, тогда как р. Челомджа – типично горный водоток, с прозрачной водой.

4. Павлов Д.С., Кириллова Е.А., Кириллов П.И. Покатная миграция молоди лососевых рыб в р. Утхолок и ее притоках (северо-западная Камчатка). Сообщение 1. Покатная миграция молоди первого года жизни // Изв. ТИНРО. – 2010. – Т. 163. – С. 3–44.
5. Волобуев В.В., Марченко С.Л. Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря (биология, популяционная структура, динамика численности, промысел) / ФГУП «МагаданНИРО». – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2011. – 303 с.
6. Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косткин В.К. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. – М.: Агропромиздат, 1987. – 165 с.
7. Рослый Ю.С. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура. – Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 2002. – 210 с.
8. Китов В. В. Особенности ската молоди рыб в р. Кухтуй (Охотский район, Хабаровский край) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. – 2005. – Владивосток: Дальнаука. – Вып. 3. – С. 629–635.
9. Волобуев В.В. О внутривидовой неоднородности кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) материкового побережья Охотского моря // Тез. докл. XI Всесоюз. симп. «Биологические проблемы Севера». – Якутск, 1986. – Вып. 4.– С. 22–23.
10. Волобуев В.В. О внутривидовой дифференциации кеты р. Тауй (североохотоморское побережье) // Тез. докл. X Всесоюз. симп. «Биологические проблемы Севера». – Магадан, 1983. – Ч. 2. – С. 155–156.
11. Волобуев В.В., Рогатных А.Ю., Кузищин К.В. О внутривидовых формах кеты *Oncorhynchus keta* материкового побережья Охотского моря // Вопр. ихтиологии. – 1990. – Т. 30. – Вып. 2. – С. 221–228.

УДК 597.552.51(285.2–571.65)

**С.Л. Марченко<sup>1</sup>, И.С. Голованов<sup>2</sup>, Л.Л. Хованская<sup>2</sup>,  
Е.В. Кащенко<sup>2</sup>, М.М. Сачков**

<sup>1</sup>*Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии,  
Москва, 107140;*

<sup>2</sup>*Магаданский НИИ рыбного хозяйства и океанографии,  
Магадан, 685000  
e-mail: slm@vniro.ru*

### **ЖИЛАЯ НЕРКА ОЗЕРА КИСИ (РЕКИ ОЛА)**

В статье приводятся сведения о жилой нерке озера Киси (бассейн реки Ола).

**Ключевые слова:** нерка, жизненная стратегия, жилая форма.

**S.L. Marchenko<sup>1</sup>, I.S. Golovanov<sup>2</sup>, L.L. Khovanskaya<sup>2</sup>,  
E.V. Kaschenko<sup>2</sup>, M.M. Sachkov**

<sup>1</sup>*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Moscow, 107140;*

<sup>2</sup>*Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Magadan, 685000  
e-mail: slm@vniro.ru*

### **RESIDENT SOCKEYE SALMON FROM LAKE KISI (THE OLA RIVER)**

Information about resident form of sockeye salmon from Lake Kisi (the Ola river basin) is represented in the article.

**Key words:** sockeye salmon, life strategy, resident form.

### **Введение**

Нерка *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) встречается во всех крупных реках, впадающих в Тауйскую губу. Наиболее многочисленные ее подходы наблюдаются в р. Ола. Ввиду низкой численности, она добывается как объект прилова при промысле горбуши и кеты.

В онтогенезе нерка может реализовывать две жизненные стратегии: проходную и жилую. Для Тауйской губы описана проходная форма [1]. Цель настоящей работы – описание жилой формы нерки р. Ола, обнаруженной в оз. Киси.

### **Материалы и методы**

В основу работу легли материалы, собранные сотрудниками МагаданНИРО, в т. ч. авторами настоящей работы, с 22 по 30 августа 2010 г. в оз. Киси. Обловы выполнялись закидным неводом, изготовленным из дели 40 × 40 мм, мальковым неводом со вставкой из мелкой дели, а также ставными сетями, с размером ячеи 18 × 18, 20 × 20, 30 × 30, 35 × 35 и 65 × 65 мм.

Температурный режим определялся при помощи датчиков-самописцев Термохрон (Thermochron iButton™ (DS1921)). Минерализация воды и ее pH оценивались при помощи прибора Horiba U-52. Геопозиционирование на местности и оценка высот над уровнем моря выполняли при помощи навигатора Garmin-62. Промер глубин по сетке станций выполнен в отвес с борта лодки ручным лотом.

Биологический анализ проведен общепринятыми в ихтиологии методами [2]. В период исследований молодь и карликовую форму различали по стадии зрелости гонад.

Обобщение и обработка собранных материалов выполнены в MS Excel. Оценка площади зеркала озера проведена в ArcGIS по спроектированным данным.

### Результаты и их обсуждение

Озеро Киси расположено в верховьях крупнейшего притока р. Ола – р. Ланковая. Высота озера над уровнем моря – 338 м. Водоем ориентирован с востока на запад. Площадь водного зеркала составляет около 4,56 км<sup>2</sup>. Вода в оз. Киси слабоминерализованная – общая жесткость не более 0,5 мг-экв./дм<sup>3</sup>, рН – 5,74–6,08. Температура воды в период исследований варьировала от 4,5 до 13,9°C. Грунты дна представлены как илами, так и скальной крошкой, а также мелкими и крупными обломками скал. Низинные берега озера заболочены. Возвышенности сложены из крупных обломков скал.

Западная часть озера глубоководная – до 13,5 м. Восточная часть, напротив, мелкоководная. Глубины в этой части не превышают 5 м, значительная часть акватории занята водной растительностью.

В озеро впадает пять рек. С юго-восточной части озера вытекает только одна река – р. Хады, являющаяся истоком р. Ланковая.

В озере помимо нерки встречаются хариус (*Thymallus arcticus*), пестроногий бычок-подкаменщик (*Cottus poecilopus*), мальма (*Salvelinus malma*), кунджа (*S. leucomaenis*), девятииглая колюшка (*Pungitius sp.*), голянь (*Phoxinus sp.*).

Кунджа образовывала скопления у нерестилищ нерки, где интенсивно питалась ее икрой (доля икры достигала 16,5% массы пищевого кома). Оофагия отмечена не только у кунджи, но и у жилой нерки – массовая доля икры в пищевом коме составляла 3%. Помимо икры собственно вида в пищевом коме жилой нерки встречались насекомые на разных стадиях метаморфоза (50,1%), колюшка девятииглая (19,4%), пауки (17,8%). Недифференцированные остатки формировали 9,7% от массы пищевого кома. Индексы наполнения желудков жилой нерки варьировали от 1 до 76,5‰.

Возрастной состав жилой нерки был представлен тремя категориями: 2+ – 33,3%, 3+ – 50,0% и 4+ – 16,7%. Средняя длина по Смитту составила 22,5 см, масса – 0,15 кг, пределы варьирования признаков составили 14,0–31,8 см и 0,04–0,34 кг, соответственно (табл.).

Таблица

Биологические показатели жилой формы нерки озера Киси

Показатель	Возраст, лет			Общее
	2+	3+	4+	
Длина тела по Смитту, см	<u>15,9 ± 0,7</u>	<u>24,4 ± 1,6</u>	<u>30,0 ± 1,3</u>	<u>22,5 ± 1,7</u>
	14,0–17,5	21,1–31,8	28,7–31,2	14,0–31,8
Масса тела, кг	<u>0,05 ± 0,01</u>	<u>0,17 ± 0,04</u>	<u>0,27 ± 0,03</u>	<u>0,15 ± 0,03</u>
	0,04–0,06	0,10–0,34	0,24–0,30	0,04–0,34
N, экз.	4	6	2	12

Примечание. Над чертой средняя арифметическая ± ошибка средней арифметической, под чертой – пределы варьирования признака.

Молодь жилой формы нерки избегала глубоководных участков в западной части озера и тяготела к мелкоководным, хорошо прогреваемым акваториям в его восточной части. Зрелые, с текущими половыми продуктами особи возраста 4+ были отловлены в районе нерестилищ.

В наших сборах все жилые особи нерки представлены самцами с серебристой окраской и гонадами V стадии зрелости. По-видимому, процесс смолтификации у них был приостановлен и началось созревание. Известно, что у лососевых эти два процесса контролируются единым комплексом факторов [3], поэтому вероятными причинами образования жилой формы нерки могли быть температурный режим, обеспеченность кормом и наличие доступных биотопов. Например, показано, что с ростом биомассы кормовых объектов у нерки оз. Дальнее возрастает доля особей с резидентной жизненной стратегией и увеличивается период нагула молоди анадромной формы [4, 5].

Наличие доступного корма напрямую влияет на размеры рыб. Например, благоприятные кормовые условия в оз. Карымском (Камчатка) первоначально привели к увеличению размеров интродуцированной кокани – в 1986 г. она достигала 53 см и 2,5 кг. Истощение кормовых ресурсов в связи с высокой численностью кокани стало причиной снижения ее линейно-весовых показателей, и в 1992 г. ее длина и масса не превышали 22 см и 0,115 кг, соответственно [6]. На высокое качество трофических условий для жилой нерки оз. Киси указывает тот факт, что максимальная длина ее тела (31,8 см) существенно больше, чем у жилой формы нерки оз. Хэл-Дэги (26,0 см) или Камчатского края (28,0 см) [1, 6].

Однако остается открытым вопрос наличия жилых самок у нерки оз. Киси. Не исключено, что созревание жилой нерки в оз. Киси связано с тем, что в подходах проходной формы доминируют самки, доля которых в среднем составляет 63,2%. В этом случае жилые самцы являются необходимым условием воспроизводства нерки в р. Ола.

### Литература

1. Волобуев В.В., Марченко С.Л. Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря (биология, популяционная структура, динамика численности, промысел) / ФГУП «МагаданНИРО». – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2011. – 303 с.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-ть, 1966. – 376 с.
3. Thorpe J.E. Age at maturity in Atlantic salmon *Salmo salar* L.: freshwater period influence and conflicts with smolting // Canadian Special Publication in Fisheries and Aquatic Sciences. – 1986. – V. 89. – P. 7–14.
4. Вецлер Н.М. Структурные особенности и динамика зоопланктонного сообщества в пелагиали озера Дальнее (Камчатка): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Борок: ИБВВ РАН, 2009. – 25 с.
5. Крохин Е.М. Материалы к познанию карликовой красной *Oncorhynchus nerka* Walb. в Дальнем озере (Камчатка) // Вопр. ихтиологии. – 1967. – Т. 7. – Вып. 3 (44). – С. 433–445
6. Токранов А.М. Пресноводные формы лососей Камчатского края // На перекрестке континентов»: Материалы XXXI Крашенинниковских чтений / М-во культуры Камч. края, Камч. краевая науч. б-ка им. С. П. Крашенинникова. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – С. 342–345.

УДК 591.524.12(282.247.39)

**Я.Ю. Нещадим<sup>1,2</sup>, А.Н. Пашков<sup>1</sup>, О.С. Денисенко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,  
Краснодарское отделение,  
Краснодар, 350000;*

<sup>2</sup>*Кубанский государственный университет,  
Краснодар, 350040  
e-mail: yana.neshchadim@mail.ru*

### **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА В НЕКОТОРЫХ ПРИТОКАХ РЕКИ ПШЕХА**

Приведены сведения по таксономическому составу, численности и биомассе зоопланктонных организмов рек Глубокая, Полба и Гольшка, являющихся притоками р. Пшеха. Определены доминирующие в них по численности и биомассе группы планктонных беспозвоночных. Установлено, что по показателям развития зоопланктона изученные реки могут быть отнесены к олиготрофным водотокам.

**Ключевые слова:** зоопланктон, река Пшеха, таксономический состав, численность, биомасса, веслоногие ракообразные (Copepoda).

**Y.Y. Neschadim<sup>1,2</sup>, A.N. Pashkov<sup>1</sup>, O.S. Denisenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Krasnodar branch of Azov Fisheries Research Institute,  
Krasnodar, 350000;*

<sup>2</sup>*Kuban State University,  
Krasnodar, 350040  
e-mail: yana.neshchadim@mail.ru*

### **PECULIARITIES OF ZOOPLANKTON DEVELOPMENT IN SOME TRIBUTARIES OF THE PSHEKHA RIVER**

The data on taxonomic composition, abundance and biomass of zooplankton of the rivers Glubokaya, Polba and Golyshka, which are tributaries of the Pshekha River, are given. The groups of planktonic invertebrate dominant in numbers and biomass were identified. It was found that in terms of the development of zooplankton the studied rivers could be classified as oligotrophic watercourses.

**Key words:** zooplankton, Pshekha river, taxonomic composition, abundance, biomass, copepods (Copepoda).

Пшеха является притоком второго порядка крупнейшей реки Краснодарского края – Кубани. Истоки Пшехи находятся между вершинами гор Фишт и Пшехо-Су. Согласно данным Государственного водного реестра [1], длина р. Пшеха составляет 134 км, площадь водосборного бассейна – 2090 км<sup>2</sup>.

Несмотря на то, что Пшеха является одним из наиболее крупных водотоков бассейна р. Кубань, в гидробиологическом плане она практически не изучена. В частности, отсутствуют данные по таксономическому составу, численности и биомассе фитопланктона, зоопланктона и зообентоса как самой реки, так и ее притоков.

Целью данной работы являлось описание основных показателей развития зоопланктона трех рек, относящихся к бассейну р. Пшеха (среднее течение): Полба (протяженность около 9 км), Глубокая (10 км) и Гольшка (16 км). Гольшка является левобережным притоком р. Пшеха первого порядка. Полба и Глубокая относятся к притокам р. Пшеха второго порядка.

Отбор проб в указанных реках был произведен в августе 2016 г. в рамках осуществления работ по государственному мониторингу водных биологических ресурсов и среды их обитания. Сбор и обработку проб осуществляли согласно общепринятым методикам [2, 5, 6]. Для определения таксономической принадлежности планктонных беспозвоночных использовали соответствующие определители [3, 4].

Наши исследования показали, что в современный период на особенности развития зоопланктона в водотоках бассейна р. Пшеха влияют такие основные факторы среды, как их малая протяженность, выраженный паводковый режим, значительное снижение водности в летне-осенний период, отсутствие рукавов, заливов и стариц с ослабленным гидродинамическим режимом.

Поэтому возможности для развития в них типичных зоопланктеров: коловраток (*Rotatoria*), ветвистоусых (*Cladocera*) и веслоногих (*Copepoda*) ракообразных, ограничены. Но определенную роль в зоопланктоне начинают играть его временные компоненты (группа «прочие» – *Varia*).

В ходе проведенных работ было установлено, что таксономическое разнообразие пелагических беспозвоночных в изученных реках оказалось очень низким – от 1 до 4 групп (табл. 1). Важный вклад в их разнообразие вносят представители группы «прочие» (*Varia*).

Типичный зоопланктон в исследованных водотоках был представлен только веслоногими ракообразными (три вида). Остальные обнаруженные в толще воды беспозвоночные являлись факультативными (временными) компонентами зоопланктона, пассивно переносимыми течением. Их состав включал малощетинковых червей (*Oligochaeta*) и личинок амфибиотических насекомых – веснянок (*Plecoptera*), поденок (*Ephemeroptera*) и двукрылых (*Diptera*) из семейства *Chironomidae* (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав зоопланктонных организмов в изученных реках

Таксономическая группа	Река Глубокая (10 км)	Река Полба (9 км)	Река Гольшка (16 км)
<i>Copepoda</i> – веслоногие ракообразные	+	+	+
<i>Varia</i> – прочие, в т. ч.:			
<i>Oligochaeta</i> – малощетинковые черви	–	+	–
<i>Plecoptera</i> , lrv. – веснянки, личинки	–	+	–
<i>Ephemeroptera</i> , lrv. – поденки, личинки	+	–	–
<i>Chironomidae</i> , lrv. – хирономиды, личинки	+	+	–
Итого групп	3	4	1

Веслоногие ракообразные были представлены тремя видами: *Cyclops strenuus*, *C. vicinus* и *Acanthocyclops vernalis*. В р. Глубокая были обнаружены все три указанных вида. В пробах из рек Полба и Гольшка веслоногие ракообразные присутствовали только на науплиальных и копеподитных стадиях развития, поэтому их видовую принадлежность установить не удалось.

Численность и биомасса зоопланктона во всех исследованных реках были невысокими (табл. 2). В реках Полба и Глубокая, где в больших количествах встречались веслоногие ракообразные, отмечены и максимальные показатели развития зоопланктона – 10,52–15,03 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,32–0,73 г/м<sup>3</sup>. Река Гольшка, несмотря на самую большую протяженность, характеризовалась крайне низкими показателями развития планктонных беспозвоночных – 0,64 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 0,024 г/м<sup>3</sup>.

Таблица 2

Численность зоопланктонных организмов в изученных реках

Таксономическая группа	Река Глубокая (10 км)		Река Полба (9 км)		Река Гольшка (16 км)	
	тыс. экз./м <sup>3</sup>	г/м <sup>3</sup>	тыс. экз./м <sup>3</sup>	г/м <sup>3</sup>	тыс. экз./м <sup>3</sup>	г/м <sup>3</sup>
<i>Copepoda</i> – веслоногие ракообразные	10,50	0,3170	15,00	0,7280	0,64	0,0240
<i>Oligochaeta</i> – малощетинковые черви	0,00	0,0000	0,01	0,0030	0,00	0,0000
<i>Plecoptera</i> , lrv. – веснянки, личинки	0,00	0,0000	0,01	0,0006	0,00	0,0000
<i>Ephemeroptera</i> , lrv. – поденки, личинки	0,01	0,0025	0,00	0,0000	0,00	0,0000
<i>Chironomidae</i> , lrv. – хирономиды, личинки	0,01	0,0010	0,01	0,0040	0,00	0,0000
Итого	10,52	0,3205	15,03	0,7326	0,64	0,0240

В составе зоопланктона всех трех рек доминирующей и по численности, и по биомассе группой являлись веслоногие ракообразные. Их относительная численность составляла 99,8% (реки Глубокая и Полба) – 100,0% (р. Гольшка), биомасса – 98,9% (р. Глубокая) – 100,0% (р. Гольшка).

Таким образом, наши исследования показали, что как количественные, так и качественные показатели развития зоопланктонных сообществ притоков среднего течения р. Пшеха даже в вегетационный период характеризуются очень низкими значениями. Реки Глубокая, Полба и Гольшка по величине биомассы зоопланктона могут быть отнесены к олиготрофным водотокам.

### Литература

1. Государственный водный реестр [Удаленный ресурс]. – URL: [www.textual.ru/gvr/index.php?card=172486&bo=0&rb=0&subb=0&hep=0&wot=0&name=%EF%F8E5%F5%E0&loc=](http://www.textual.ru/gvr/index.php?card=172486&bo=0&rb=0&subb=0&hep=0&wot=0&name=%EF%F8E5%F5%E0&loc=) (дата обращения: 10.02.2017).
2. Методики сбора и консервации гидробиологических проб морских акваторий / З.А. Мирзоян, Л.М. Сафронова, Д.Ф. Афанасьев и др. // Осуществление государственного мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания в Азово-Кубанском рыбохозяйственном районе: Материалы учебно-методич. конф. – Ростов-н/Д.: АзНИИРХ, 2015. – 48 с.
3. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. – Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.
4. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – Т. 5. Высшие насекомые / Под общ. ред. С. Я. Цалолихина. – СПб.: Наука, 2001. – 836 с.
5. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
6. *Тевяшова О.Е.* Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоемах. Методическое руководство (с определителем основных пресноводных видов). – Ростов н/Д.: АзНИИРХ, 2009. – 84 с.

УДК [597.552.51:639.371](470.21)

**А.М. Николаев, М.Ю. Алексеев, А.В. Зубченко**

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии им. Н.М. Книповича (ФГБНУ «ПИНРО»),  
Мурманск, 183038  
e-mail: nikolaev@pinro.ru*

### **ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОДИ СЕМГИ ОДНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ПРИ ЕЕ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ РАЗНЫХ ЛОСОСЕВЫХ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ**

Исследовалась динамика морфофизиологических показателей молоди атлантического лосося (семги) одной генерации, выращиваемой в условиях разных рыбоводных заводов Мурманской области. Сравнение проводилось по ряду существенных признаков: длине и массе, индексам органов и концентрации гемоглобина. Также изучалась динамика данных признаков в течение 6 месяцев после выпуска молоди в процессе ее адаптации к естественным условиям. Для определения сроков завершения физиологической адаптации осуществлялось сравнение упомянутых признаков заводской и дикой молоди той же генерации. Установлено, что условия содержания сеголеток влияют на ее физиологическое состояние, ведущим фактором является температура. В частности, молодь, выращенная на разных заводах, продемонстрировала различия в длине, массе и упитанности. Эти различия увеличиваются со временем, достигая максимума к моменту выпуска молоди в естественную среду. Молодь, выращенная на обоих заводах, отличалась также нелетальными патологическими изменениями печени и селезенки. Различий в величине индексов органов и концентрации гемоглобина у молоди в период заводского содержания практически не выявлено. Через полгода адаптации в реке молодь, выращенная в условиях рыбоводных заводов, постепенно компенсирует отклонения и недостатки, приобретенные за период содержания в искусственных условиях.

**Ключевые слова:** адаптация, атлантический лосось, индексы органов, искусственное воспроизводство, рыбоводный завод.

**A.M. Nikolaev, M.Y. Alekseev, A.V. Zubchenko**

*Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO),  
Murmansk, 183038  
e-mail: nikolaev@pinro.ru*

### **CHANGES IN MORPHO-PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF JUVENILE SALMON FROM THE SAME YEAR-CLASS WHEN GROWING IN THE DIFFERENT ATLANTIC SALMON HATCHERIES**

The dynamics of morpho-physiological parameters of juvenile Atlantic salmon from the same year-class grown in the different hatcheries of the Murmansk Region was studied. The number of important parameters including length and weight, indices of organs and hemoglobin concentration compared the fish. In addition, the dynamics of those parameters was observed during the six months after the release of juveniles in the process of adaptation to natural conditions. In order to determine the timing of physiological adaptation completion the above-mentioned parameters of farmed and wild juveniles from the same year-class were compared. It was found that the conditions of fingerling keeping influenced on their physiological condition; and the temperature played a leading part there. In particular, the juveniles grown in the different hatcheries demonstrated the differences in length, weight and condition. These differences increased with time, reaching a maximum when releasing the juveniles into the natural environment. The juveniles, grown in both hatcheries differed also by pathological changes of the liver and the spleen which were not lethal. Practically, there were no revealed differences in indices of organs and hemoglobin concentrations in juveniles during their stay in the hatchery. After six months of adaptation in the river, the farmed juveniles gradually compensated deviations and shortcomings acquired during the period of keeping in artificial conditions.

**Key words:** adaptation, Atlantic salmon, indexes of organs, rearing, hatchery.

## Введение

Начиная с 2007 г. искусственное воспроизводство семги в р. Кола (бассейн Баренцева моря) осуществляется на Кандалакшском экспериментальном лососевом заводе (КЭЛЗ) и на Княжегубском рыбоводном заводе (КРЗ). Оба предприятия расположены на побережье Белого моря. Отлов и выдерживание производителей осуществляется в р. Кола, инкубация и подращивание молоди производится на вышеупомянутых заводах. Выращенные годовики семги выпускаются в р. Кола.

Несмотря на многочисленные накопленные в течение многих десятилетий данные, касающиеся практически всех аспектов биотехники искусственного воспроизводства атлантического лосося, вопрос адаптации заводской молоди семги к речным условиям остается до конца не изученным. Анализ результатов исследований показывает, что за период содержания молоди атлантического лосося в условиях рыбоводного завода у нее вырабатываются и закрепляются специфические отклонения в развитии и поведении, существенно отличающиеся от таковых у диких сверстников [1–6].

С начала 80-х гг. XX в. была разработана общая схема выпуска молоди – выпускать молодь с отчетливыми признаками серебрения в нижнее течение реки в сроки, соответствующие срокам катадромной миграции естественной молоди (миграционное окно), а молодь, которая не достигла серебрения, должна быть расселена на выростные участки с учетом их приемной мощности [2, 7–8 и др.]. В результате заводы выпускали, как правило, трехлетнюю молодь, большая часть которой не имела выраженных признаков серебрения и отличались существенными ухудшениями физиологического состояния и адаптационных способностей [3, 9]. В связи с этим в 2006 г. было принято решение осуществлять выпуск молоди атлантического лосося, выращенной на рыбоводных заводах Мурманской области, в возрасте годовика весной под лед на все доступные для транспорта выростные участки зарыбляемых рек с подходящими гидрологическими характеристиками.

При осуществлении контрольных обловов в 2006–2013 гг. были отмечены довольно невысокие плотности расселения заводской молоди, что свидетельствует о ее высокой смертности в течение первых месяцев после выпуска. В связи с этим представляется актуальным всесторонне изучить процесс адаптации выпускаемой молоди атлантического лосося, в частности выявить основные факторы, влияющие на ее физиологическое состояние в условиях различных рыбоводных заводов Мурманской области. Целью проведенной работы являлось определение сроков физиологической адаптации к речным условиям молоди семги, выращенной в условиях двух рыбоводных заводов.

## Материалы и методы

Объектом исследования служила молодь атлантического лосося генерации 2012 г., полученная от икры производителей р. Кола, выращенная в условиях КЭЛЗ и КРЗ, и молодь семги естественного происхождения той же генерации из р. Кола. Вся заводская молодь была выпущена на нерестово-выростные участки реки под лед в апреле 2014 г. в возрасте годовика (1).

Для анализа заводская молодь отбиралась из рыбоводных бассейнов в октябре 2013 г. и непосредственно перед выпуском в апреле 2014 г., а впоследствии отлавливалась в реке с помощью электроловильного аппарата через четыре и шесть месяцев после выпуска. Одновременно для контроля осуществлялся отлов речной молоди той же генерации. Заводская рыба идентифицировалась по ампутированному жировому плавнику.

Сравнивались показатели длины, массы, а также упитанности и их изменения в период содержания в условиях рыбоводных предприятий и после выпуска. Для выявления биологически значимых различий у выращиваемой молоди семги использовался метод морфофизиологических индикаторов [10], включающий определение индексов внутренних органов (печени, сердца, жабр) и грудных плавников, концентрацию гемоглобина. Кровь на анализ отбирали сразу после отлова у живой рыбы из хвостовой артерии. Концентрацию гемоглобина устанавливали колориметрическим методом Сали [11].

Анализ данных проводился в соответствии с законами математической статистики. Достоверность различий определялась по критерию Стьюдента [12]. Число сравниваемых пар значений во всех случаях было равно 20.

## Результаты и обсуждение

Сравнительные данные, характеризующие длину, массу, упитанность, концентрацию гемоглобина и величину индексов внутренних органов и грудных плавников у молоди атлантического лосося, содержащейся в различных условиях, приводятся в таблице.

Таблица

Динамика показателей молоди атлантического лосося одной генерации в различных условиях обитания

Год, месяц	Происхождение рыбы	АС, см $\bar{X} \pm m_x$	М, г $\bar{X} \pm m_x$	Упитанность	Нб, ммоль/л	Индексы органов, %			
						печень	сердце	грудные плавники	жабры
2013, октябрь	КЭЛЗ	7,5 ± 0,8	5 ± 1	1,50 ± 0,08	99 ± 11	10 ± 1	<b>2,0 ± 0,3</b>	13 ± 3	27 ± 4
	КРЗ	6,9 ± 0,5	3,5 ± 0,8	1,36 ± 0,06	91 ± 8	12 ± 4	<b>1,3 ± 0,4</b>	12 ± 2	27 ± 3
2014, апрель	КЭЛЗ	<b>7,9 ± 0,8</b>	5 ± 1	1,2 ± 0,1	83 ± 11	13 ± 2	2,0 ± 0,3	13 ± 2	28 ± 3
	КРЗ	<b>6,9 ± 0,5</b>	3 ± 1	1,0 ± 0,1	81 ± 6	13 ± 2	2,1 ± 0,3	13 ± 1	30 ± 2
2014, август	Искусств.	8,9 ± 0,8	7,0 ± 1,9	<b>1,17 ± 0,06</b>	98 ± 7	10 ± 1	<b>1,7 ± 0,2</b>	10 ± 1	26 ± 2
	Естеств.	8,9 ± 0,5	7,2 ± 1,3	<b>1,27 ± 0,05</b>	104 ± 6	11 ± 2	<b>1,3 ± 0,2</b>	10 ± 1	25 ± 2
2014, октябрь	Искусств.	9,0 ± 0,7	7 ± 1	1,18 ± 0,07	99 ± 4	11 ± 1	1,8 ± 0,3	13 ± 1	28 ± 2
	Естеств.	8,6 ± 0,9	6 ± 2	1,20 ± 0,08	100 ± 6	11 ± 1	1,7 ± 0,3	13 ± 1	30 ± 3

Примечание. Курсивом выделены пары значений, достоверно отличающиеся при  $p \leq 0,05$ , полужирным – при  $p \leq 0,01$ .

Первое сравнение, выполненное осенью 2013 г. перед зимовкой сеголетков, показало, что молодь семги, выращиваемая на КЭЛЗ, была значительно крупнее молоди, содержащейся на КРЗ. Различия по массе составили 30%, по длине – 8%, а по упитанности – 7% ( $p \leq 0,01$ ). Объяснением этому может служить более теплая вода из р. Нива, используемая на КЭЛЗ для водоснабжения мальковых садков, поскольку корма и нормы кормления одинаковы на обоих заводах. Индекс сердца у молоди на КЭЛЗ был больше на 35% ( $p \leq 0,01$ ). Индексы остальных органов и показатель концентрации гемоглобина достоверно не отличались.

Стоит также отметить, что примерно у 95% всей исследуемой заводской молоди, содержащейся в условиях рыбоводных заводов, наблюдались некоторые патологии внутренних органов. Так, например, печень характеризовалась рыхлой консистенцией, светлой окраской и практически во всех случаях была в той или иной степени гиперемирована. Часто встречались сильно раздутые желчные пузыри. Это может быть связано с использованием кормов с повышенным содержанием липидов [3, 9]. Также, примерно у 55% мальков была отмечена неестественно вытянутая селезенка. Несмотря на вышеуказанные отклонения, на КЭЛЗ и КРЗ не отмечалось повышенного отхода, что, по нашему мнению, указывает на обратимый, нелетальный характер обнаруженных изменений.

Весной 2014 г. перед выпуском молоди различия показателей ее длины, массы и упитанности увеличились. Так, средняя длина молоди, выращенной в условиях КЭЛЗ, была больше, чем у рыбы с КРЗ, на 9%, масса – на 42%, а упитанность – на 17% ( $p \leq 0,01$ ). Состояние внутренних органов и грудных плавников оставалось таким же, как и при первом сравнении. В рассматриваемый период отход молоди был стабильно низким.

Выпуск годовиков осуществлялся с двух заводов на одних и тех же участках реки. При выпуске молодь, выращенная на обоих заводах, повела себя одинаково: сразу легла на дно, обратившись головами в разные стороны от потока, образовав большое скопление. Спустя 5–10 мин пестрятки начали все более активно перемещаться к стрежню, сориентировавшись головами против течения. Часть молоди находила укрытия в прибрежных камнях, часть сносила ниже по течению, используя энергию потока.

В августе 2014 г., через четыре месяца после выпуска, отловленная в местах выпуска заводская молодь не отличалась от речной по длине и массе, но обладала меньшей упитанностью ( $p \leq 0,01$ ), более низким значением гемоглобина ( $p \leq 0,05$ ), большим значением индекса сердца ( $p \leq 0,01$ ). Остальные показатели достоверно не отличались. Внутренние органы пестряток обеих групп были без явных отклонений: печень заводской молоди имела цвет и размер, схожий с таковыми у диких сверстников, желчный пузырь не был раздут, селезенка имела правильную форму.

В октябре 2014 г., через шесть месяцев адаптации в естественных условиях, заводская молодь достоверно не отличалась от дикой ни по одному из изучаемых показателей. Отличить двухлеток заводского происхождения от их речных сверстников можно было только по отсутствию жирового

плавника. Кроме отсутствия морфологических различий, не было выявлено выраженных отклонений и в поведении адаптируемой рыбы: она, как и естественная молодь, занимала индивидуальные участки с каменистым грунтом, образуя плотность 20–30 экз./100 м<sup>2</sup>. В отличие от естественной молоди пестрятки заводского происхождения занимали в основном прибрежную акваторию реки, а на участках с быстрым течением в улове, наоборот, преобладала дикая молодь.

### Заключение

Молодь семги одной генерации при содержании в условиях разных рыбоводных заводов продемонстрировала различия в длине, массе и упитанности. Эти различия увеличиваются со временем, достигая максимума перед выпуском молоди в естественную среду. Статистически достоверных различий в индексах органов и концентрации гемоглобина у молоди в период заводского содержания не выявлено, за редким исключением. Фактором, определяющим изменчивость изучаемых признаков, является температура. В процессе адаптации к естественным условиям после выпуска в реку морфофизиологические показатели молоди постепенно приходят в норму, характерную для пестряток естественного происхождения вне зависимости от выраженности этих отличий при выпуске. Через полгода у заводской и естественной молоди не отмечается различий в длине, массе, индексах органов и в концентрации гемоглобина, т. е. за этот период заводская молодь полностью компенсирует отличия в физическом развитии.

### Литература

1. *Шустов Ю.А.* Экология молоди атлантического лосося. – Петрозаводск: Карелия, 1983. – 152 с.
2. *Черницкий А.Г., Лоенко А.А.* Биология заводской молоди семги после выпуска в реку. – Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1990. – 118 с.
3. *Алексеев М.Ю., Донецков В.В., Зубченко А.В.* Сравнительная характеристика физиологического состояния молоди семги (*Salmo salar* L.) естественного и искусственного происхождения в р. Умба // *Вопр. ихтиологии.* – 2007. – Т. 47. – № 3. – С. 399 – 405.
4. *Орлов А.В.* Формирование адаптивного поведения у молоди лососевых рыб при искусственном разведении: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Борок, 2007. – 26 с.
5. *Алексеев, М. Ю., Николаев А.М.* Динамика физиологических показателей, поведение и питание молоди семги (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) в процессе адаптации к естественным условиям // *Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования: Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию ГосНИОРХ.* – СПб., 2014. – С. 1160–1168.
6. *Николаев, А.М., Алексеев М.Ю.* Проблемы адаптации искусственно выращенной молоди семги к речным условиям при раннем выпуске // *Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов и пути их рационального использования: Материалы докл. Всерос. конф. с междунар. участием (Казань, 24–29 окт. 2016 г.)* – Казань, 2016. – С. 774–780.
7. *Бакиханский Э.Л., Нестеров В.Д., Черницкий А.Г.* Рекомендации по выпуску молоди атлантического лосося и кумжи. – М.: ВНИРО, 1981. – 30 с.
8. *Костылев Ю.В., Ермолаев Г.И.* Методические указания по выпуску молоди атлантического лосося, выращиваемой на рыбоводных заводах Карелии. – Петрозаводск: СеврыбНИИпроект, 1983. – 14 с.
9. *Карасева Т.А.* Проблемы здоровья рыб в аквакультуре Севера России (на примере Кольского полуострова): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петрозаводск, 2003. – 22 с.
10. *Рыжков Л.П.* Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб // *Труды СевНИОРХ.* – 1972. – Т. 7. – 168 с.
11. *Глаголева Т.П., Бодрова Т.И.* Диагностическое значение гематологического анализа у лососевых видов рыб // *Корма и методы кормления в марикультуре.* – М., 1988. – 230 с.
12. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высшая школа, 1968. – 288 с.

УДК 597.555.5:639.2 (261.2)

**А.А. Пронюк**

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии им. Н.М. Книповича,  
Мурманск, 183038  
e-mail: pronuk@pinro.ru*

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛА СЕВЕРНОЙ ПУТАССУ (*MICROMESISTIUS POUTASSOU*) В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКЕ**

В работе приведены результаты анализа мирового промысла путассу в Северо-Восточной Атлантике в период значительных флуктуаций биомассы популяции, происходивших с конца 1990-х гг. Приведены данные о динамике промысла путассу, ее взаимосвязи с нерестовой биомассой запаса. Дано описание основных этапов становления международного управления промыслом, показано влияние предпринятых мер регулирования промысла путассу на состояние ее популяции. Отмечено, что в зависимости от численности запаса и возрастной структуры популяции менялась пространственно-временная картина промысла путассу. Автор приходит к выводу, что применение правил управления запасом путассу в виде существенного снижения промыслового пресса на популяцию и прекращение промысла в районах обитания молоди в период наиболее глубокого падения запаса в 2009–2011 гг. создало условия для быстрого восстановления популяции путассу за счет появления и вступления в нерестовое стадо многочисленных поколений 2009–2010 гг. Исследование международного промысла путассу показывает, что соблюдение рекомендаций научных организаций о величине возможного промыслового изъятия путассу и согласованные международным сообществом меры по управлению промыслом способствует оптимальному и долговременному режиму эксплуатации.

**Ключевые слова:** путассу, промысел, динамика запаса, многочисленные поколения, рекомендации ИКЕС, международное регулирование промысла.

**A.A. Pronyuk**

*Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography,  
Murmansk, 183038  
e-mail: pronuk@pinro.ru*

### **ACTUAL STATE OF BLUE WHITING FISHERY IN NORTH EAST ATLANTIC**

The paper presented results of the analysis of international blue whiting fishery in Northeast Atlantic during significant fluctuations of a stock of population since the end of the 1990s. The dynamics data on blue whiting fishery and correlation with spawning biomass of a stock are provided. The description of the main stages of the formation of an international fisheries management is given, the effect of measures taken of blue whiting fishery in the regulation of the state of its population are shown. It is noted that annual spatio-temporal situation of blue whiting fishery was being changed in dependence from a number of stock and age structure. The author concludes that application of management rules of blue whiting stock such as significant decrease of fishing pressure on population and stopping of fishery in young fish areas during the lowest size of stock in 2009-2011 has created conditions for fast recovery of blue whiting population due to appearance and introduction in spawning biomass of strong generations of 2009–2010. Researching of the international fishery shows that maintaining of recommendations of scientific organizations about possible values of the catch of blue whiting and agreed measures of management of a blue whiting fishery by the international community contribute the optimum and long-term mode of fishery.

**Key words:** blue whiting, fishery, trend of stock, strong generations, ICES recommendations, international regulation of fishery.

### **Введение**

Путассу *Micromesistius poutassou* (Risso, 1827) – преимущественно бореальный атлантический, нерито-пелагический промысловый вид [1–4].

Путассу широко распространена в Северной Атлантике вдоль побережья Европы от западной части Средиземного моря и Испании до Баренцева моря. Встречается в районах Исландии, Гренландии и о-ва Ян-Майен [5–8]. В пределах ареала выделяют четыре популяции данного вида: средиземноморскую, западноатлантическую, бискайскую и гебридо-норвежскую (северную) [7].

Промысел этого вида в Северо-Восточной Атлантике базируется на эксплуатации гебридо-норвежского стада – самого многочисленного и широко распространенного. На сегодняшний день по объему вылова путассу занимает первое место в Северо-Восточной Атлантике.

Популяция этой рыбы является трансграничной и трансзональной, поэтому управление их промыслом осуществляется на международной основе в соответствии с соглашением от 1995 г. «Об осуществлении положений Конвенции ООН по морскому праву от 10 сентября 1982 г., которые касаются сохранения трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими».

Международный совет по исследованию моря (ИКЕС) (International Council for the Exploration of the Sea, ICES) на основе данных международных и национальных исследований оценивает состояние запасов гидробионтов в Североевропейском бассейне (СЕБ) и дает рекомендации по их сохранению и эксплуатации.

На совещаниях прибрежных государств ежегодно на основании рекомендаций ИКЕС определяются меры регулирования промысла запасов, в т. ч. объемы общего допустимого улова (ОДУ), вырабатывается и практически реализуется механизм его распределения на национальные квоты, достигаются договоренности о возможностях промысла выделенных объемов в 200-мильных зонах прибрежных государств – участников договоренностей.

Регулированием промысла за пределами 200-мильных зон занимается Комиссия по рыболовству в Северо-Восточной Атлантике (НЕАФК) (The North-East Atlantic Fisheries Commission, NEAFC).

С конца 90-х гг. популяция северной путассу испытывает значительные флуктуации численности и биомассы. Немаловажную роль в этих изменениях сыграли мировой промысел и принятые меры по регулированию промыслового изъятия. При этом в зависимости от состояния запаса менялась и ежегодная пространственно-временная картина промысла путассу в Северо-Восточной Атлантике.

### Материалы и методы

Для оценки динамики запасов, рекомендованных ОДУ, и промысла путассу в Северо-Восточной Атлантике (СВА) использованы данные Рабочей группы (РГ) ИКЕС по широко распределенным запасам (WG WIDE), рекомендации по возможному промысловому изъятию рыб, представляемые Консультативным комитетом ИКЕС (АКОМ), а также данные статистики отечественного промысла этих рыб.

### Результаты и обсуждение

С 1982 до 1998 гг. мировой вылов путассу не претерпевал существенных изменений и варьировал в пределах от 0,369 до 0,672 млн т, что объяснялось небольшим рыночным интересом к этому гидробионту. При этом в начале промышленного освоения путассу СВА (начало 1980-х гг.) величина нерестового запаса оценивалась на уровне 2,8 млн т. С 1991 по 1996 гг. популяция рыбы находилась в относительно стабильном состоянии, ее нерестовая биомасса варьировала в пределах 2 млн т.

С 1998 г. произошел резкий рост уровня мирового вылова (с 0,67 млн т в 1997 г. до 1,13 млн т в 1998 г.). С этого момента наблюдалась устойчивая тенденция увеличения промысловой эксплуатации запаса путассу (рис. 1). Максимальный вылов был достигнут в 2004 г. – 2,377 млн т. Увеличение объемов добычи было обусловлено высокими показателями биомассы нерестового запаса путассу, которые увеличивались ежегодно с 1997 г., достигнув к 2003 г. исторического максимума – 6,8 млн т. Данный рост запаса обеспечивался урожайными поколениями 1995–1997 и 1999–2001 гг., появившимися в теплые и аномально теплые годы.

Стоит отметить, в период с конца 1980-х по начало 2000-х гг. ИКЕС рекомендовал промысловое изъятие в соответствии с предосторожным подходом в пределах, не превышающих 670 тыс. т. Данные рекомендации на тот момент были обусловлены недостатками как самой

научной информации, так и применяемых к расчетам математических моделей. Рекомендуемый вылов в этот период не отражал объективного состояния запасов путассу, а в последующем и интересов рыбной промышленности.

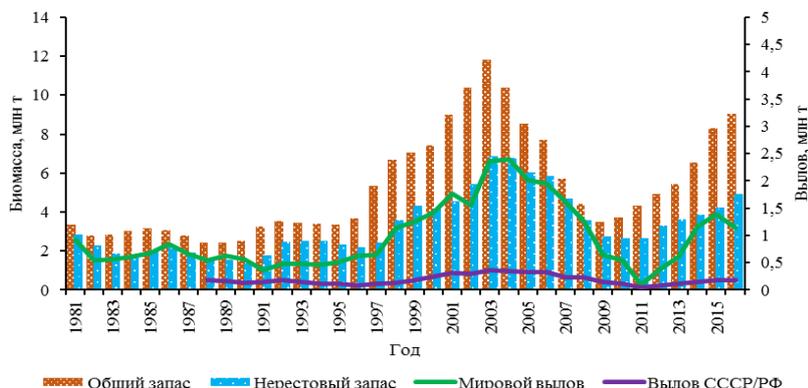


Рис. 1. Динамика общего и нерестового запасов, вылов путассу судами всех стран и СССР/России в 1981–2016 гг.

Страны, ведущие промысел путассу, начали работу по согласованию мер управления промыслом с 1999 г. В 1999–2005 гг. на проходивших совещаниях прибрежных государств (ЕС, Норвегия, Фарерские острова и Исландия) по отношению к запасу путассу не удалось достичь договоренности о согласовании величины ОДУ и его деления на национальные квоты, несмотря на имеющиеся рекомендации ИКЕС по вылову с 1987 г., договоренности о долгосрочном плане управления между прибрежными странами с 1999 г. и общего стремления всех участников уменьшить промысловую нагрузку на путассу. В этот период каждая из сторон предлагала свои варианты деления ОДУ на национальные квоты. Российская Федерация присутствовала на совещаниях прибрежных государств с 2000 г. в качестве специально приглашенного наблюдателя.

После максимума вылова рыбы в 2004 г. началось ослабление промыслового пресса. За четыре последующих года вылов уменьшился в два раза, составив в 2008 г. 1,246 млн т. В 2009 г. мировой промысел «провалился» до 0,635 млн т. Причинами такого сокращения стало в первую очередь снижение общего запаса с 2004 г., чему способствовала высокая промысловая смертность и нерегулируемое изъятие пополнения путассу в результате «смешанного промысла» в глубоководной части Северного моря – в период с 1999 по 2005 гг. В этот период общий вылов молоди в возрасте 1–2 лет достигал в среднем 30% от общей численности выловленных особей. За период с 2004 по 2009 гг. нерестовый запас «упал» с 6,7 до 2,7 млн т, соответственно.

В конце 2005 г. прибрежные страны договорились применять порядок многолетнего управления промыслом запаса путассу, который соответствует осторожному подходу и направлен на ограничение изъятия биологически безопасными пределами, охрану молоди в соответствии

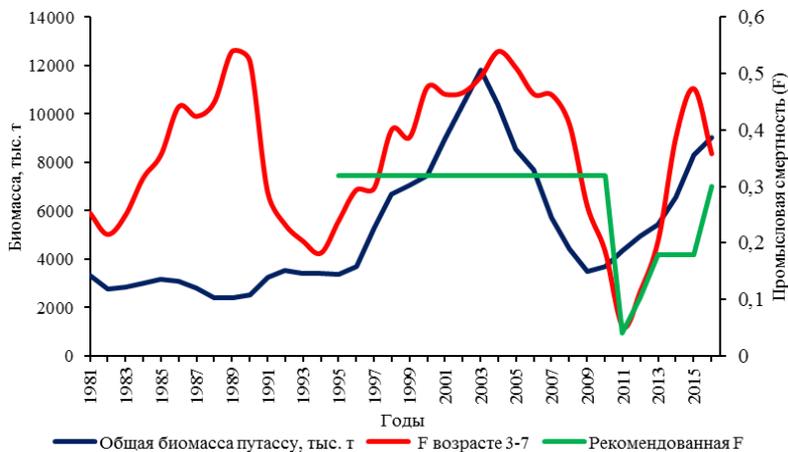


Рис. 2. Динамика общего запаса, фактической и рекомендованной промысловой смертности (F) путассу в период 1981–2016 гг. [9]

с рекомендациями ИКЕС. Участники переговоров ограничили свой промысел путассу общим допустимым выловом, не превышающим 2 млн т, а также распределили национальные квоты. В 2008 г. были утверждены параметры осторожного подхода. При этом стоит отметить, что даже при устойчивой отрицательной динамике запаса путассу с 2006 по 2009 гг. принимаемые прибрежными странами объемы ОДУ все же были значительно выше рекомендуемых РГ ИКЕС (рис. 2).

В конце 2009 г., обратив внимание на устойчивую отрицательную динамику запасов путассу, прибрежные страны стали устанавливать ОДУ в соответствии с рекомендациями ИКЕС, что повлекло за собой резкое снижение вылова с 0,5 млн т в 2010 г. до 0,1 млн т в 2011 г. Доля вылова молоди (особи в возрасте 1–2 лет) в 2009 г. составила не более 5% от общей численности выловленных особей.

После исторически низкого вылова путассу в 2011 г. благодаря урожайным поколениям 2009–2010 гг., обеспечившим положительную тенденцию динамики биомассы и численности путассу, с 2012 г. ее промысел вновь стал увеличиваться. Вылов в 2014 г. составил 1,155 млн т, что было почти в два раза выше объема вылова 2013 г. До 2014 г. участники переговоров не превышали рекомендованную ИКЕС промысловую смертность.

В 2014 г. прибрежные страны, приняв во внимание изменившуюся тенденцию динамики запаса путассу, установили ОДУ в пределах 1,1 млн т ( $F = 0,22$ ), что было выше уровня рекомендуемой ИКЕС промысловой смертности ( $F = 0,18$ ). При этом согласованный участниками уровень промысловой смертности также соответствовал долгосрочному плану управления.

В 2015 г. прибрежные страны вновь не смогли прийти к консенсусу по допустимому объему вылова путассу в Северо-Восточной Атлантике. При этом промысловая смертность в 2015 г. оказалась значительно выше рекомендованной РГ ИКЕС. Несмотря на превышение промыслового воздействия, запас путассу сохранил стабильность и продолжил положительную тенденцию к увеличению биомассы и численности. Данная тенденция обеспечена многочисленными поколениями путассу 2013–2014 гг.

В октябре 2016 г. прибрежные государства подписали согласованный протокол с установлением ОДУ и приняли новый план долговременного управления запасом путассу.

На протяжении всего периода промысловой эксплуатации запаса основная нагрузка приходилась на районы нерестилищ (западнее Британских островов) и районы посленерестовой миграции (ФРЗ) (рис. 3). При этом большая часть ежегодного вылова реализуется в первой половине года, т. к. именно преднерестовая, нерестовая и посленерестовая путассу образует наиболее плотные промысловые концентрации.

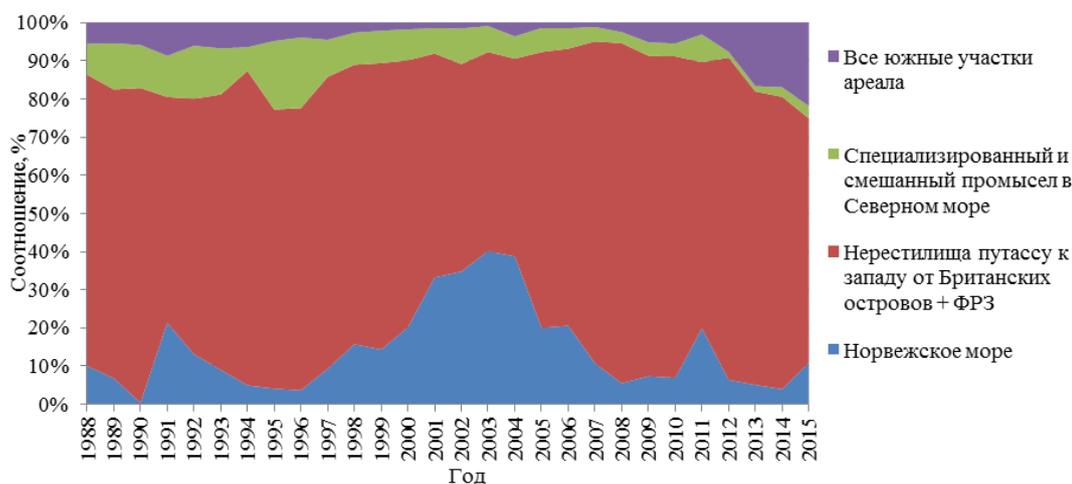


Рис. 3. Динамика соотношения уловов (%) путассу в разных промысловых районах в Северо-Восточной Атлантике 1988–2015 гг. [9]

Активный промысел в открытой части Норвежского моря (ОЧНМ) велся лишь в годы исторически высоких показателей запаса (2001–2005 гг.), что объяснимо тем, что нагульные скопления путассу в ОЧНМ при низкой численности запаса не образуют больших и устойчивых промысловых концентраций. Во второй половине года путассу в Норвежском море добывается в основном в качестве прилова при промысле атлантической скумбрии и норвежской весенне-нерестующей сельди.

### Заключение

Высокий промысловый потенциал северной путассу обеспечивается многочисленностью пополнения, которое, в свою очередь, зависит от величины нерестового стада при прочих рав-

ных условиях среды обитания. Важно отметить, что применение правил управления запасом путассу, соответствующих зависимости промышленной нагрузки от научно обоснованного промышленного потенциала популяции, отвечает задачам рационального промысла. Так, например, существенное снижение промышленной нагрузки на популяцию и прекращение промысла в районах обитания молоди в период наиболее глубокого падения запаса (2009–2011 гг.) создало условия для роста популяции. Соблюдение рекомендованных ИКЕС пределов промышленного воздействия на запас путассу в период с 2009 по 2014 гг. способствовало сохранению относительно высокого уровня нерестового запаса и появлению многочисленных поколений, определивших рост популяции на сегодняшний день.

Исторический опыт ведения международного промысла путассу показывает, что соблюдение вовлеченными в промысел государствами рекомендаций ИКЕС и мер управления запасом путассу способствует оптимальному и долговременному режиму промысла.

### Литература

1. Андрияшев А.П. Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод / А.П. Андрияшев, Н.В. Чернова // Вопросы ихтиологии. – 1994. – Т. 34. – № 4. – С. 435–456.
2. Atlas of the Barents Sea Fishes / R. Wienerroither, E. Johannesen, H. Langøy [et al.]. – Bergen: IMR, 2011. – 272 p. – (IMR/PINRO Joint Report Series ; No. 1/2011).
3. Mecklenburg W. List of marine and diadromous fishes in the arctic region, with notes on new records and patterns of distribution [Electronic resource]: Online Resource 1 / C.W. Mecklenburg, P. R. Møller, D. Steinke. – 64 p. – Suppl. material to the article: Biodiversity of arctic marine fishes: taxonomy and zoogeography / C.W. Mecklenburg, P.R. Møller, D. Steinke // Marine Biodiversity. – 2011. – Vol. 41, iss. 1. – P.109–140.
4. Pethon P. Aschehougs store fiskebok / P. Pethon – Aurskog: Aschehoug, 2005. – 468 p.
5. Андрияшев А.П. Рыбы северных морей СССР / А.П. Андрияшев; ЗИН АН СССР. – М.-Л., 1954. – 566 с.
6. Вилер А. Определитель рыб морских и пресных вод Северо-Европейского бассейна / А. Вилер. – М: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 432 с.
7. Зиланов В.К. Путассу Северной Атлантики / В.К. Зиланов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 160 с.
8. Долгов А.В. Атлас-определитель рыб Баренцева моря / А.В. Долгов; ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2011. – 188 с.
9. Anon. Report of the Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWISE) // ICES CM 2016/ ACOM: 16. – ICES HQ, Copenhagen, Denmark.

УДК [595.384.12:591.342](265.52)

**Н.А. Седова<sup>1</sup>, С.С. Григорьев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003;*

<sup>2</sup>*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Камчатский филиал,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: sedova67@bk.ru*

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ ЛИЧИНОК КРЕВЕТОК У ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ**

Пойманные у юго-восточного побережья Камчатки личинки креветок принадлежали к семействам Pandalidae, Crangonidae и Thoridae. Чаще встречались представители трех видов: *Neocrangon communis*, *Eualus macilentus* и *Paracrangon echinata*. Наибольшую численность (до 65 экземпляров в пробе) имел *N. communis*, который встретился в третьей части всех проб. Максимальное количество личинок было поймано над глубинами 50–100 м. Их небольшие концентрации позволяют предположить, что основной нерест креветок происходит в других районах или на больших глубинах.

**Ключевые слова:** креветки, личинки, стадии развития, численность, распределение, юго-восточная Камчатка.

**N.A. Sedova<sup>1</sup>, S.S Grigoriev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;*

<sup>2</sup>*Kamchatka Branch of Pacific Institute of Geography FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky 683000  
e-mail: sedova67@bk.ru*

## **DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF SHRIMP LARVAE OFF THE SOUTH-EASTERN COAST OF KAMCHATKA**

Caught off the south-eastern coast of Kamchatka shrimp larvae belonged to families Pandalidae, Crangonidae, and Thoridae. Representatives of three species: *Neocrangon communis*, *Eualus macilentus*, and *Paracrangon echinata* occurred more often. The most abundant was *N. communis* which was found in third of all samples (up to 65 larvae in one sample). Maximum of larvae were caught over bottom depths 50–100 m. Small concentrations of larvae allow to assume that the main spawning of shrimps happens in other areas, or over larger bottom depths.

**Key words:** larvae, stages of development, abundance, distribution, south-eastern Kamchatka.

Креветки – важный промысловый объект. Ранний период развития многих их видов в северной части Тихого океана изучен недостаточно. Несмотря на то, что исследование зоопланктона северо-западной части Тихого океана для оценки кормовой базы пелагических рыб ведется регулярно, систематическую принадлежность личинок креветок определяли, как правило, только до семейства, т. к. личинки многих видов декапод тихоокеанского побережья до сих пор не описаны. Между тем, определение систематической принадлежности личинок креветок, изучение их распределения по акватории имеет важное практическое значение, т. к. на основании планктонных сборов можно судить о районах распространения и размножения промысловых видов. Обычно в планктонных сборах встречаются личинки креветок из трех семейств: Pandalidae, Crangonidae и Thoridae. Все они являются придонными обитателями шельфа или близлежащих вод. Остальные семейства в сборах встречаются довольно редко, только над океаническими глубинами. Некоторые виды донных креветок не имеют пелагических личинок [1].

Более подробные сведения о раннем развитии креветок имеются для северо-восточной части Тихого океана, особенно восточной части Берингова моря, где их изучали американские исследователи.

дователи [2–4]. Раннее развитие креветок северо-западной части Тихого океана изучено хуже. Большинство имеющихся работ содержат данные по распределению и качественному составу личинок креветок на акватории западно-камчатского шельфа [1, 5, 6–8]. О личинках креветок тихоокеанских вод Камчатки до сих пор почти ничего не известно. Имеются лишь некоторые сведения о личинках креветок в составе меропланктона Авачинской губы [9] и данные по распространению личинок одного вида креветок (*Paracrangon echinata*), идентификация которого относительно легка [10]. Задачей настоящего исследования было изучение качественного и количественного состава личинок креветок в планктоне и особенностей их пространственного распределения вблизи юго-восточного побережья Камчатки.

Материалом для данной работы послужили сборы планктона, выполненные в тихоокеанских водах у юго-восточного побережья Камчатки с 18 марта по 13 мая 2009 г. между 50°56' и 53°58' с. ш. и 158°39' и 160°17' в. д. над глубинами 14–1800 м. Для сбора личинок использовали ихтиопланктонную коническую сеть с диаметром входного отверстия 80 см и шагом ячеи 0,56 мм. Выполняли вертикальный лов в слое 500–0 м. Всего было обработано 58 проб. Поскольку личинки креветок являются пелагической формой придонных видов, их численность не пересчитывали на 1 м<sup>3</sup>, но рассматривали распределение в экз. под 1 м<sup>2</sup> поверхности моря. Данные приводятся как в абсолютном количестве экземпляров на 1 пробу, так и в количестве экземпляров под 1 м<sup>2</sup> поверхности моря.

Первые стадии развития личинок большинства креветок описаны лучше и полнее, чем более поздние, поэтому в марте – апреле легче проводить идентификацию этой группы до вида. Весной в планктоне присутствовали младшие личинки креветок (I–III стадии зоза). В изученном материале были обнаружены личинки 19 таксонов креветок из трех семейств: Pandalidae (3 вида), Thoridae (12 видов), Crangonidae (4 вида). Из них до вида определить удалось лишь 15 видов, остальные четыре вида были идентифицированы лишь до рода (*Equals*). Чаще других в изученных пробах встречались представители трех видов: *Neocrangon communis* (Rathbun, 1899), *Eualus macilentus* (Krøyer, 1841), *Paracrangon echinata* Dana, 1852. Наибольшую численность (до 65 экземпляров в 1 пробе) имел *N. communis*, который встретился в третьей части всех проб. Остальные виды были найдены в небольшом количестве – в основном не более 6 экземпляров на станции. Максимальное количество личинок было поймано над глубинами 50–100 м.

**Семейство Pandalidae.** В пробах, собранных над глубинами 50–243 м, обнаружены единичные представители одного рода и трех видов из семейства Pandalidae: *Pandalus eous* Makarov, 1935, *P. goniurus* Stimpson, 1860 и *P. tridens* [Rathbun, 1902], последний из которых был пойман всего один раз. Остальные виды попадались единично – не более двух экземпляров на одной станции. Личинки этого семейства были довольно широко распространены на узком восточно-камчатском шельфе и в Авачинском заливе, но численность каждого их вида не превышала нескольких экземпляров в улове планктонной сети. Среди видов этого семейства личинки *Pandalus eous* были распространены более широко, а личинки *Pandalus goniurus* были встречены лишь в Авачинском заливе и на несколько меньших глубинах.

Личинки *P. eous* были представлены одной стадией над глубиной 243 м – два экземпляра в пробе. В пробах отмечены также единичные личинки *P. goniurus*, находящиеся на I стадии развития, над глубинами от 50 до 144 м. Всего одна личинка *P. tridens* была поймана на станции с глубиной 132 м (рис. 1).

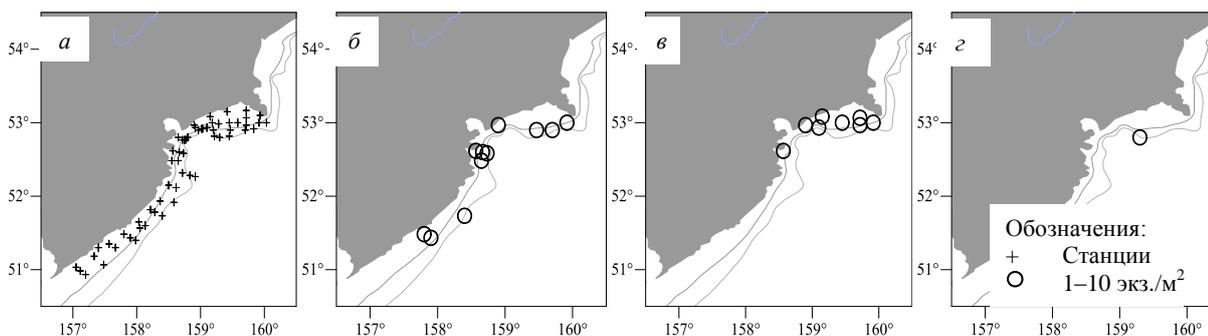


Рис. 1. Расположение планктонных станций в марте – мае 2009 г. и распределение личинок рода *Pandalus* у юго-восточного побережья Камчатки в марте – мае 2009 г.: а – расположение станций; б – *P. eous*, в – *P. goniurus*, з – *P. tridens*

**Семейство Thoridae.** Семейство представлено 2 родами и 12 видами. В пробах отмечены личинки I–III стадий развития над всеми глубинами. Наиболее многочисленными были младшие личинки *E. macilentus*. Было поймано 12 экземпляров *E. fabricii* (Kröyer, 1841) I стадии, один экземпляр II стадии и два экземпляра III стадии развития. Глубины лова – от 50 до 142 м. Обнаружено также 37 экземпляров I стадии и три экземпляра II стадии развития личинок *E. macilentus* над глубинами от 30 до 132 м. Больше всего личинок отмечено над глубинами 50–132 м. Поймано семь личинок *Eualus barbatus* (Rathbun, 1899) I стадии на четырех станциях над глубинами 50–1800 м и 10 экземпляров *E. pusiolus* (Kröyer, 1841) I стадии развития *E. pusiolus* (Kröyer, 1841) на двух станциях с глубинами 55 и 109 м (рис. 2).

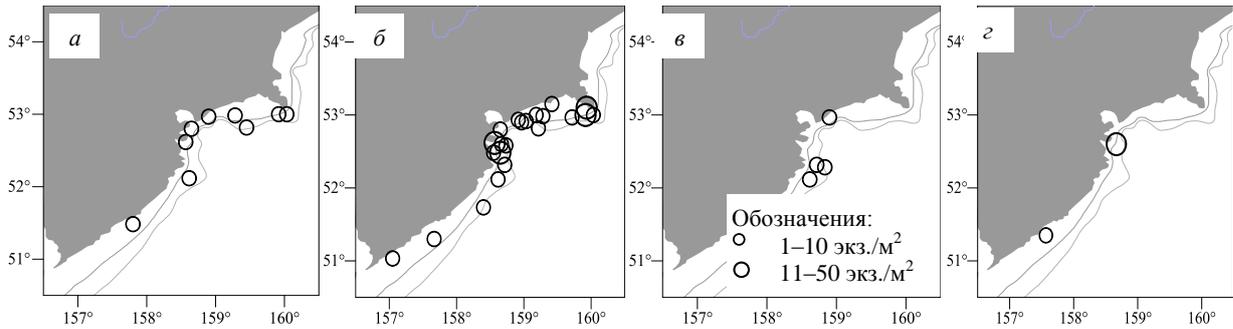


Рис. 2. Распределение личинок рода *Eualus* у юго-восточного побережья Камчатки в марте – мае 2009 г.: а – *E. fabricii*; б – *E. macilentus*, в – *E. barbatus*, г – *E. pusiolus*

В пробах встречались личинки из рода *Eualus*, которых не удалось определить до вида. Поймано 10 экземпляров *Eualus* sp. 1 первой стадии развития на пяти станциях с глубинами 25–129 м. Личинки другого вида, *Eualus* sp. 2, первой стадии развития отмечены на трех станциях с глубинами 243–562 м. Личинки *Eualus* sp. 3 обнаружены на двух станциях с глубинами 73 и 152 м (один экземпляр I стадии и один экземпляр II стадии). Пойманы также личинки *Eualus* sp. 4: три экземпляра I стадии и два экземпляра II стадии развития над глубинами 51–107 м.

*Spirontocaris spinus* (Sowerby, 1805) встречался редко. Пойманы три личинки I стадии и одна личинка II стадии. Глубина мест поимки – от 94 до 520 м. Всего одна личинка *Sp. phippisii* (Kröyer, 1841) II стадии развития поймана над глубиной 132 м. Две личинки *Sp. intermedia* (Makarov & Kobjakova, 1936) I стадии развития пойманы над глубиной 87–110 м. Одна личинка *Spirontocaris arcuata* Rathbun, 1902 I стадии развития поймана на станции с глубиной 520 м (рис. 3).

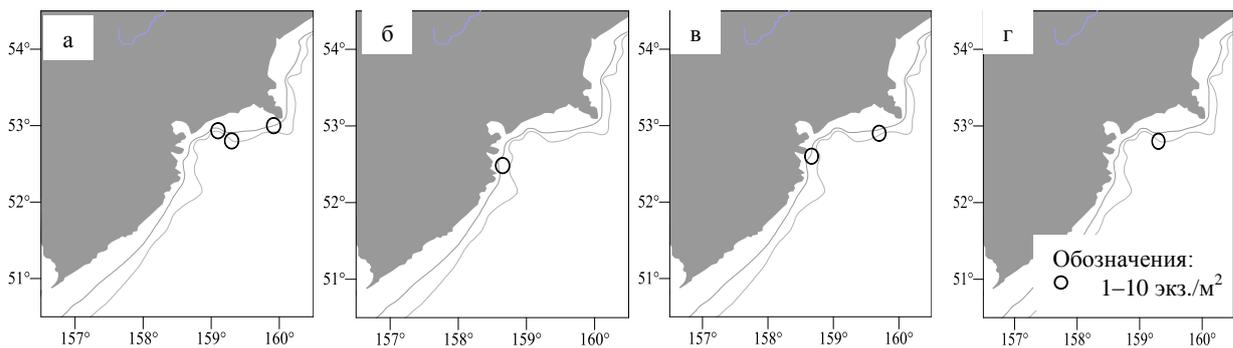


Рис. 3. Распределение личинок рода *Spirontocaris* у юго-восточного побережья Камчатки в марте – мае 2009 г.: а – *S. spinus*, б – *S. phippisii*, в – *S. spinus intermedium*, г – *S. arcuata*

**Семейство Crangonidae.** Над глубинами 29–562 м были пойманы представители четырех видов из этого семейства. Наиболее многочисленным был *Neocrangon communis*, в меньших количествах – *Paracrangon echinata* Dana, 1852. *Mesocrangon intermedia* (Stimpson, 1860) отмечен всего на одной станции.

*Neocrangon communis* – самый многочисленный вид креветок в наших пробах. Всего поймано 212 экземпляров I стадии и 11 экземпляров II стадии над глубинами 29–562 м. Максимальное количество личинок данного вида на одной станции – 65 экземпляров. Наибольшее количество

было поймано на станциях с глубинами 50–94 м. Личинки I–III стадий развития были пойманы над глубинами от 30 до 1800 м, но наиболее часто они ловились на станциях с глубинами 70–130 м. Личинки *Mesocrangon intermedia* только I стадии были отмечены всего один раз на станции с глубиной 109 м. Личинки *Argis dentata* (Rathbun, 1902), личинки которого довольно крупные с укороченным развитием, пойманы на двух станциях с глубинами 53–94 м (рис. 4). Личинок этого вида поймано всего три экземпляра I стадии развития.

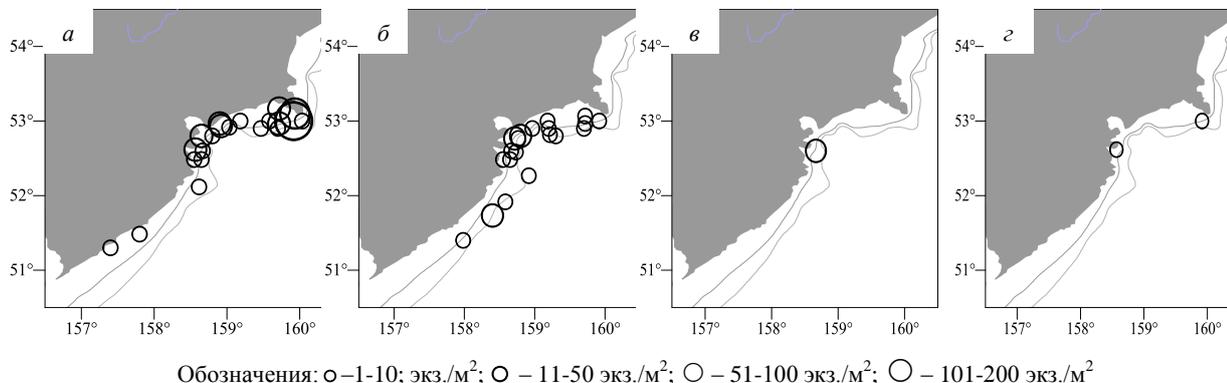


Рис. 4. Распределение личинок разных видов семейства Crangonidae у юго-восточного побережья Камчатки в марте – мае 2009 г.: а – *Crangon communis*, б – *Paracrangon echinata*, в – *Mesocrangon intermedia*, г – *Argis dentata*

Наличие в планктоне юго-восточного побережья Камчатки личинок креветок ранних стадий показывает вероятность их массового нереста в период весеннего «цветения» фитопланктона. Но небольшие концентрации личинок в планктоне юго-восточного побережья Камчатки позволяют предположить, что основной нерест креветок, скорее всего, происходит в других районах или на больших глубинах, откуда они могут широко разноситься течениями.

### Литература

1. Макаров Р.Р. Личинки креветок, раков-отшельников и крабов западнокамчатского шельфа и их распределение. – М.: Наука, 1966. – 164 с.
2. Haynes E.B. Description of larvae of the humpy shrimp, *Pandalus goniurus*, reared in situ in Kachemak bay, Alaska // Fish. Bull., U.S. – 1978. – V. 76. – № 1. – P. 235–248.
3. 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. – V. 79 (3). – P. 421–440.
4. 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. – P. 501–521.
5. Макаров Р.Р. Об укорочении личиночного развития у десятиногих ракообразных (Crustacea, Decapoda) // Зоол. журнал. – 1968. – Т. 47. – № 3. – С. 348–359.
6. Макаров Р.Р. Разнос и распределение личинок десятиногих раков в планктоне западнокамчатского шельфа // Океанология. – 1969. – Т. 9. – № 2. – С. 306–317.
7. 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.
8. Седова Н. А., Андронов П. Ю. Качественный состав и горизонтальное распределение личинок креветок в северо-западной части Берингова моря летом 2010 г. // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2013. – № 1. – С. 30–38.
9. Куликова В.А., Солохина Е.В., Саматов А.Д. Меропланктон Авачинской губы (Камчатка) // Биол. моря. – 2000. – Т. 26. – № 1. – С. 1–10.
10. Коваль М.В. К вопросу о распространении длинноклювого шримса (*Paracrangon echinata* Dana) в прикамчатских водах на основании встречаемости его личинок // Тезисы докладов VIII междунар. конф. по раннему онтогенезу рыб и промысловых беспозвоночных. 19–23 апреля 2010 г. – г. Светлогорск (Калининградская обл). – Калининград, 2010. – С. 51–52.

УДК 595.383.3 (265.54)

Л.Г. Седова, В.И. Рачков, Л.Л. Будникова, Г.Г. Шевченко

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
Владивосток, 690091  
e-mail: ludmila.budnikova@tinro-center.ru

### ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИЗИД В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Изучено влияние гидрологических условий на распределение трех видов мизид: *Neomysis mirabilis*, *N. awatschensis*, *Paracanthomysis shikhotaniensis* в заливе Петра Великого (Японское море).

**Ключевые слова:** мизиды, распределение, гидрологические условия, залив Петра Великого, Японское море.

L.G. Sedova, V.I. Rachkov, L.L. Budnikova, G.G. Shevchenko

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

### INFLUENCE OF HYDROLOGICAL CONDITIONS FOR MYSIDS DISTRIBUTION IN THE PETER THE GREAT BAY (SEA OF JAPAN)

The influence of hydrological conditions for mysids (*Neomysis mirabilis*, *N. awatschensis*, *Paracanthomysis shikhotaniensis*) distribution in the Peter the Great Bay (Sea of Japan) was studied.

**Key words:** mysida, distribution, hydrological conditions, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

Мизиды – одна из массовых групп ракообразных, играющих значительную роль в прибрежных морских сообществах. Они служат излюбленной пищей многих видов рыб [1, 2], используются в качестве тест-объектов при экотоксикологических исследованиях [3, 4], являются перспективными объектами для промысла [5].

На мелководье в зал. Петра Великого наиболее массовыми были три вида: *Neomysis mirabilis* (Czerniavsky, 1882), *N. awatschensis* (Brand, 1851) и *Paracanthomysis shikhotaniensis* (Petryashov, 1983). *N. mirabilis* и *P. shikhotaniensis* – широко распространенные бореальные виды. Первый вид населяет воды с соленостью 15–34,3 eps, второй, более стеногалинный, предпочитает соленость 30–34 eps. *N. awatschensis* – субтропическо-бореальный вид, эстуарно-пресноводный, обитает в водах с соленостью 0–27 eps [6].

Цель данной работы – оценка влияния гидрологических условий на распределение трех видов мизид в зал. Петра Великого.

Материалом исследования послужили сборы мизид в 2014–2015 гг. в северо-западной части (кутовой) Амурского залива и в восточной (открытой, район о. Рейнеке) в летне-осенний период 2014–2015 гг. (рис. 1). Лов мизид осуществляли сачками в дневное время в прибрежной полосе на глубине 0,3–2,0 м. Идентификация видов проводилась в лабораторных условиях.

Для анализа гидрологических условий применяли карты горизонтального распределения температуры и солености в период с мая по сентябрь 2014–2015 гг. Наблюдения проводили с помощью зонда Sea-Bird SBE-19plus. Для оценки типа года (холодный или теплый, слабое или сильное распреснение) в качестве показателя применялись межгодовые значения температуры и солености. Расчеты велись относительно второго года наблюдений. Таким образом, отрицательные значения указывали, что более теплые и соленые воды наблюдались в первом году, положительные, напротив, во втором.



Рис. 1. Район исследований  
(стрелками показаны места сбора проб мизид)

При анализе гидрологических условий в местах обитания мизид было выявлено, что в конце весеннего периода воды были теплее в северо-западной части залива, и значения температур воды были выше в 2014 г., по сравнению с температурами 2015 г. (рис. 2). По солености аномальным был 2014 г. Это объясняется двумя причинами: слабым развитием весенних паводков и притоком в залив соленых вод из его открытой части. Благодаря этим факторам соленость в заливе сохранялась высокой. В кутовой части ее значения в мае 2014 г. превышали 30 eps, а в июне не опускались ниже 23 eps. В 2015 г. величина солености составила 11–14 eps, что указывает на более интенсивный сток р. Раздольной в этом году.

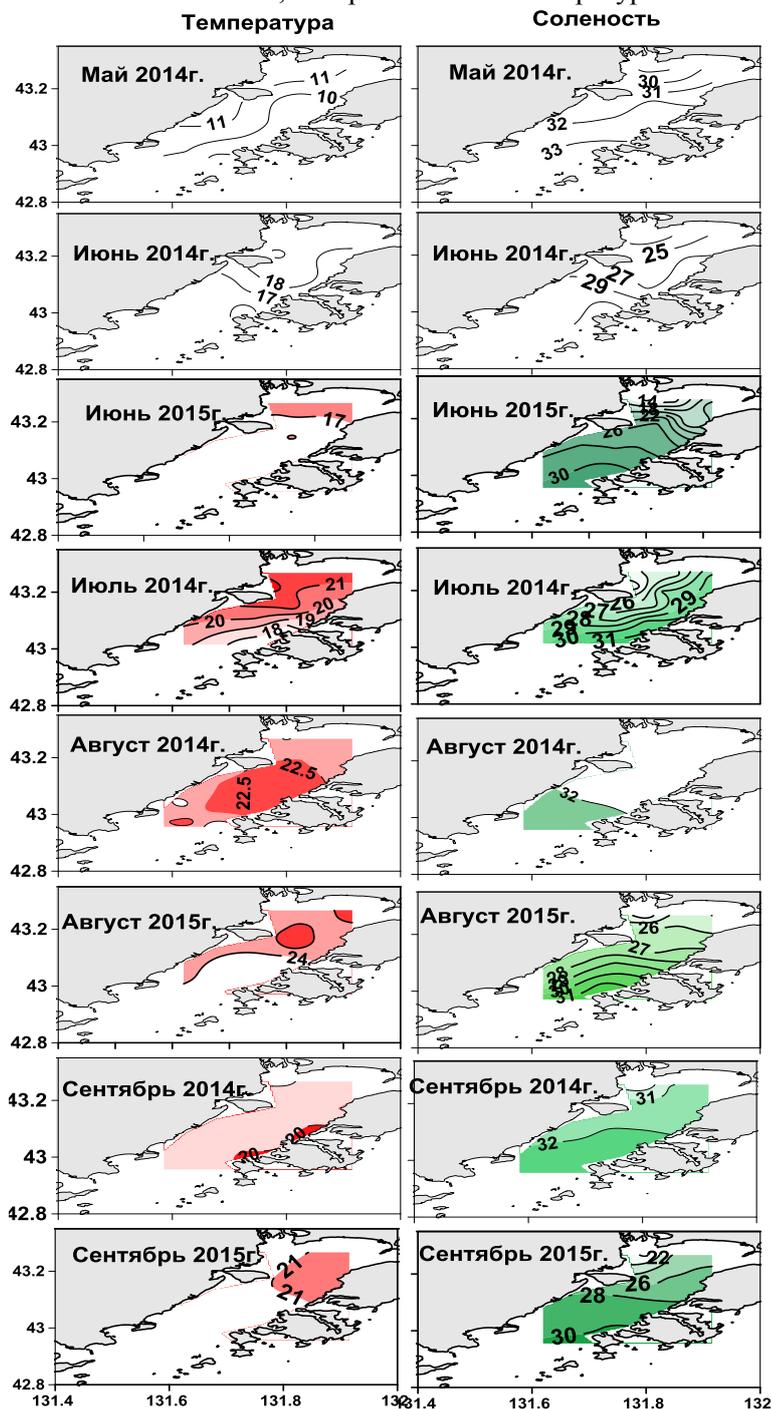


Рис. 2. Распределение температуры и солености в теплый период года в 2014–2015 гг.

речных вод в северо-западной части залива соленость в июне – августе составляла 25–26 eps, а в 2015 г. – 14–26 eps. В восточной части залива разница в значениях солености в рассматриваемые годы была несущественной.

В сентябре начинается выхолаживание вод, причем более активно этот процесс происходит на мелководных участках. В районах выхолаживания температура понижается до 19,5–21°C, что ниже, чем в августе на 2–5°C. Распределение солености в сентябре в структурном отношении было типичным для летнего сезона. Однако из-за ослабления паводков зона распресненных вод была уже и располагалась в северо-западной части залива. Наиболее низкой соленостью в зоне

В восточной части залива значения солености были типичными для открытых вод (29–32 eps). В летний сезон воды в заливе прогреваются до максимума, и происходит выравнивание температуры по акватории залива, вследствие чего ее распределение характеризуется небольшой изменчивостью. В июле прогрев вод в заливе достигал 21–22°C. В самой верхней зоне шельфа (глубины 0,2–0,5 м) в местах отлова мизид температура воды была выше (24–25°C). Более низкая температура (ниже на 2,0–2,5°C) воды в августе, по сравнению с 2015 г., была отмечена в 2014 г.

Характерной чертой летнего сезона является развитие летних паводков, последствия которых более ощутимы в мелководной кутовой части залива. Косвенным подтверждением этому служит распределение солености. На акватории залива выделяются две области: с низкой (северо-западная) и высокой соленостью (восточная). Границей между ними служит фронтальная зона. В 2014 г. в зоне распространения

распреснения воды отличались в 2015 г. В северо-западной части зоны, где распреснение было сильным, размах колебания солености по акватории был наибольшим (6–7 eps), в восточной части, где влияние распреснения было слабым, он уменьшался до 2–3 eps.

Распределение мизид в зал. Петра Великого в 2014–2015 гг. и анализ гидрологических условий в местах их обитания показали, что для *N. Awatschensis*, эстуарно-пресноводного верхнесублиторального вида, наиболее подходящие условия в северо-западной мелководной части Амурского залива, где значения температуры от –1 до +26°C и соленость от 0 до 27 eps [6]. Этот вид и создает в июне – июле плотные массовые скопления в этом районе, имеющие промысловое значение.

В более теплое 2014 г. *N. awatschensis* образовывал моноскопления, в 2015 г. создавал скопления совместно с *N. mirabilis*, который превосходил его по численности и биомассе в два с половиной раза. Гидрологические условия, сложившиеся в июне – июле 2015 г., этому соответствовали: температура воды не поднималась выше 21°C, а значения солености не опускались ниже 18 eps (рис. 2). По литературным данным известно, что *N. mirabilis* населяет воды температурой от –1,6 до +24°C, соленостью 15–34,3 eps [6].

Удельная биомасса мизид в 2014–2015 гг. варьировала от 2 до 50 г/м<sup>3</sup>, достигая на отдельных участках северо-западной части Амурского залива в период с мая до середины июля 500 г/м<sup>3</sup>. Скопления располагались широкой полосой (до 6 м) вдоль берега на глубине 0,3–1,5 м. С повышением температуры воды до 24–25°C мизиды в прибрежной полосе не попадались.

*P. shikhotaniensis* в кутовой части не встречался из-за неблагоприятных условий для его обитания: значения солености в зоне распространения речных стоков редко превышают 30 eps. А верхнесублиторальный *P. shikhotaniensis* обитает в водах температурой от –1,5 до +22,6 °C и соленостью 30–34 eps [6]. В восточной части залива (район о. Рейнеке) *P. shikhotaniensis* встречался изолированно или совместно с *N. mirabilis* с середины мая до начала октября, но массовых скоплений виды не образовывали, хотя гидрологические условия в этом районе благоприятны для их обитания: значения солености типичны для открытых вод (29–32 eps). *N. mirabilis* был более обилен с конца мая до начала июля, *P. shikhotaniensis* – в июне и сентябре.

Таким образом, распространение мизид в зал. Петра Великого определяется гидрологическими условиями. Их различие между северо-западной частью Амурского залива и восточной обусловлены в основном разной степенью влияния на них материкового стока. Температура воды в июне – июле в северо-западной части Амурского залива в рассматриваемые годы составляла 17–21°C, а соленость – 14–29 eps, в восточной, соответственно, 17–18°C и 29–32 eps. В 2014 г. в конце весеннего периода температура воды была выше, чем в 2015 г., а в летний сезон – ниже.

Для *N. awatschensis* и *N. mirabilis* условия обитания наиболее благоприятны в северо-западной части Амурского залива, где они могут образовывать в мае – июле массовые скопления, имеющие промысловое значение. Для *P. shikhotaniensis*, предпочитающего более соленые воды, данный район не подходит по гидрологическим параметрам – вид отмечен только в восточной части залива совместно с *N. mirabilis*, где их массовых скоплений не выявлено.

## 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: Калининградский гос. техн. ун-т, 2013. – С. 100–103.
3. Лукьянова О.Н., Черкашин С.А., Симоков М.В. Обзор современного экологического состояния залива Петра Великого (2000–2010 гг.) // Вестник ДВО РАН. – 2012. – № 2. – С. 55–63.
4. 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.
5. Будникова Л.Л., Седова Л.Г., Шевченко Г.Г. Распределение и состав скоплений мизид в заливе Петра Великого // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Ч. I. – С. 41–45.
6. Петряшев В.В. Отряд Мизиды – Mysidacea Boas, 1883 / Биота Российских вод Японского моря. Т. 1. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 55–96.

УДК 597.556.31(265.52)

**А.М. Токранов**

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: tok\_50@mail.ru*

## **РОГАТКОВЫЕ РЫБЫ РОДА *GYMNACANTHUS* (COTTIDAE) ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ РЕСУРСОВ**

Приведены данные о пространственно-батиметрическом распределении, размерно-возрастной структуре, размножении, биомассе рогатковых рыб рода *Gymnacanthus*, и их роли в донных и придонных ихтиоценозах прикамчатских вод. Обсуждаются проблемы эксплуатации ресурсов этих рыб в настоящее время.

**Ключевые слова:** рогатковые рода *Gymnacanthus*, распределение, особенности биологии, биомасса, прикамчатские воды.

**A.M. Tokranov**

*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000  
e-mail: tok\_50@mail.ru*

## **SCULPINS OF THE GENUS *GYMNACANTHUS* (COTTIDAE) IN THE WATERS OFF KAMCHATKA AND PROBLEMS OF ITS RESOURCE EXPLOITATION**

Data on the spatial-bathymetric distribution, size-weight and sexual structure, biomass of sculpins of genus *Gymnacanthus* and its role in the bottom and near-bottom ichthyocenoses in the waters off Kamchatka are provided. The problems of exploitation of this fish today are analyzed.

**Key words:** sculpins of the genus *Gymnacanthus*, distribution, specific features of biology, biomass, problems of exploitation, waters off Kamchatka.

Рогатковые рыбы рода *Gymnacanthus*, или шлемоносцы, широко распространены в северной части Тихого океана вдоль азиатского побережья от Приморья и Японии до Берингова пролива, а вдоль американского – на юг до Британской Колумбии [1–3, и др.]. В отдельных районах своего обширного ареала шлемоносцы обладают относительно высокой численностью и биомассой [4–7], в связи с чем играют заметную роль в донных ихтиоценозах как потенциальные пищевые конкуренты промысловых рыб, а также могут быть объектами прибрежного рыболовства [8–10]. Из пяти представителей рода *Gymnacanthus*, зарегистрированных в настоящее время в прикамчатских водах [11], три – широколобый *G. detrisus*, узколобый *G. galeatus* и нитчатый *G. detrisus* шлемоносцы – относятся к сравнительно многочисленным и повсеместно встречающимся видам рыб. Обобщение имеющейся на сегодняшний день информации [4, 5, 8–10, 12–21, и др.] позволяет получить представление о пространственно-батиметрическом распределении, особенностях биологии и величине биомассы этих трех представителей рода *Gymnacanthus* в прикамчатских водах.

Все три рассматриваемых вида шлемоносцев встречаются от северных районов Японского моря и тихоокеанского побережья о. Хонсю или Хоккайдо до западной части залива Аляска и Британской Колумбии (нитчатый и узколобый отмечаются также в южной и восточной частях Чукотского моря), включая акватории Охотского и Берингова морей, а также прикурильские, прикамчатские и приалеутские воды [1–3, 22, и др.]. Однако если широколобый шлемоносец довольно многочислен как в охотоморских, так и в тихоокеанских водах Камчатки, то нитчатый шлемоносец наибольшей численности достигает в Охотском море у западного побережья полуострова, а узколобый шлемоносец – с океанской стороны северных Курильских островов и у восточной Камчатки (табл. 1).

Доля (% от всех рогатковых) исследуемых видов шлемоносцев в траловых уловах в различных районах прикамчатских вод в 1980-е годы

Район	Широколобый	Узколобый	Нитчатый
Прикамчатские воды Охотского моря (выше 54° с. ш.)*	47,1/32,1	–/–	20,8/5,5
Прикамчатские воды Охотского моря (до 54° с. ш.)*	51,0/37,6	+/+	8,1/1,5
Тихоокеанские воды северных Курильских островов (до 4-го Курильского пролива)*	6,2/10,9	4,0/4,6	1,4/0,6
Воды юго-восточной Камчатки**	34,4/28,5	24,8/17,3	2,2/0,9
Кроноцкий залив*	69,2/49,7	1,6/1,7	1,4/0,3
Камчатский залив*	50,0/42,5	0,6/0,9	+/+
Карагинский залив**	23,0/7,0	+/+	8,7/0,9

Примечание. Перед чертой – по численности, после черты – по биомассе, знак «+» означает менее 0,1%.

\*[по 5]

\*\*[по 21]

По современным представлениям, узколобый и широколобый шлемоносцы входят в состав элиторального ихтиоцена [2, 11, 22], представители которого обитают преимущественно в водах шельфа и верхней зоны материкового склона на глубинах до 300 м, хотя для каждого из них характерен вполне определенный интервал предпочитаемых глубин, где постоянно отмечаются максимальные концентрации этих рыб (табл. 2). В отличие от них, нитчатый шлемоносец является сублиторальным видом, основная область обитания которого в течение года – прибрежная зона шельфа с глубинами менее 100 м [13, 22]. Сезонные вертикальные миграции у всех трех видов шлемоносцев выражены значительно слабее, чем у некоторых других массовых в прикамчатских водах представителей рогатковых рыб (керчаков рода *Myoxocephalus* и получешуйников рода *Hemilepidotus*) [14, 15, и др.].

Из трех рассматриваемых видов шлемоносцев наиболее крупным является узколобый, максимальная длина которого достигает 49 см, а масса тела – 1,4 кг, хотя в уловах у берегов Камчатки доминируют его особи размером 34–40 см и 0,3–0,6 кг (табл. 2). Предельные размеры широколобого шлемоносца несколько меньше – соответственно 48 см и 1,1 кг, а в уловах наиболее многочисленны особи длиной 28–34 см и 0,2–0,4 кг. По сравнению с ними нитчатый шлемоносец заметно мельче. По литературным данным [3, 22–24], максимальная длина этого вида рогатковых достигает 28–29 см, а масса тела – 0,24 кг, тогда как основу уловов в прикамчатских водах составляют особи длиной 14–24 см, масса тела которых 0,05–0,15 кг (табл. 2). Все три эти вида шлемоносцев относятся к рыбам со средней продолжительностью жизни (до 15–20 лет), основу популяции которых (свыше 7–80%) формируют особи не менее четырех-пяти возрастных групп [10, и др.].

Таблица 2

Размерно-весовые показатели и глубина обитания исследуемых видов шлемоносцев в прикамчатских водах

Показатель	Узколобый	Широколобый	Нитчатый
Длина, см*	49	48	29
	34–40	28–34	14–24
Масса тела, кг*	1,4	1,1	0,24
	0,3–0,6	0,2–0,4	0,05–0,15
Глубина обитания, м**	0–579	15–450	0–442
	50–220	50–300	10–100

\*над чертой – максимальное значение показателя, под чертой – его модальные значения

\*\*над чертой – наблюдаемая, под чертой – предпочитаемая

Для исследованных видов шлемоносцев характерен половой диморфизм в экстерьерных признаках (окраска, дополнительные кожные образования, величина плавников) и размерах половозрелых самцов и самок [19, 20]. Первые ярче, чем вторые: у них крупнее и контрастнее проявляются пятна и полосы на теле и плавниках. Помимо существующих различий в окраске, у самцов нитчатого шлемоносца под грудными плавниками есть дополнительные лопатовидные кожные образования – пистиллы, которые отсутствуют у самок. К тому же у самцов всех трех шлемоносцев имеется анальная папилла, хорошо заметная уже при длине 65–70 мм. Наряду с разницей в ок-

раске и наличием у самцов анальной папиллы (у самцов нитчатого шлемоносца – еще и пистилл) у этих видов рогатковых существуют значительные различия в размерах плавников у особей разного пола (у самцов они больше, чем у самок). Особенно выделяется по степени различия длина брюшного плавника, относительные значения которой у самцов и самок абсолютно не совпадают.

Кроме полового диморфизма в экстерьерных признаках у всех исследованных видов шлемоносцев он также проявляется в различных размерах половозрелых самцов и самок. Первые значительно мельче вторых, созревают в более раннем возрасте (что ведет к существенному увеличению их доли в нерестовой части популяции) и отличаются меньшей продолжительностью жизни. Поэтому среди крупных особей этих рогатковых доля самок резко увеличивается, достигая 100% в размерных группах рыб максимальных размеров: у нитчатого шлемоносца – более 22, а у узколобого и широколобого шлемоносцев – свыше 36 см [17, 18, 20]. Комплекс перечисленных экстерьерных признаков и разница в размерах половозрелых особей позволяет практически безошибочно визуально различать самцов и самок шлемоносцев.

Для всех исследованных видов шлемоносцев характерен единовременный нерест, о чем свидетельствует наличие в яичниках их самок одной порции ооцитов старшей генерации и ооцитов резервного фонда. Размножение этих рогатковых происходит в зимний период в нижней части шельфа на глубинах 80–180 м при невысокой положительной придонной температуре (1,0–1,8°C), в основном на песчаных и илисто-песчаных грунтах с примесью мелких камней [12, 17, 18, и др.]. Эти виды рогатковых обладают сравнительно невысокой индивидуальной плодовитостью, которая у широколобого шлемоносца варьирует от 6 до 87 (в среднем – 38), у нитчатого – от 5 до 41 (в среднем – 25), а у узколобого – от 12 до 48 (в среднем – 22) тыс. икринок.

Согласно имеющимся данным [10, 16, 25, 26, и др.] нитчатый и узколобый шлемоносцы – бентофаги с широкими пищевыми спектрами. Однако если основными объектами питания (около 70% по массе) первого из них в прикамчатских водах служат различные многощетинковые черви и эхиурус *Echiurus echiurus*, то второму (51%) – актинии рода *Metridium*. В отличие от них, по нашей оценке, широколобый шлемоносец – нектобентофаг, главной пищей (более 50% по массе) которого на протяжении всего года являются гребневика и медузы, хотя, как и у узколобого шлемоносца, заметную роль в рационе играют также двустворчатые моллюски, бокоплавы и многощетинковые черви. Правда, по мнению В.И. Чучукало [26], широколобый шлемоносец – эврифаг с широким спектром питания, использующий в пищу как планктон, так и бентос, а также нектон.

По данным учетных траловых съемок, выполненных в прикамчатских водах в 1980-х гг., биомасса шлемоносцев в восточной части Охотского моря у берегов Камчатки составляла более 48 тыс. т [5], почти 89% из которых приходилось на широколобого шлемоносца (табл. 3). Согласно результатам учетных съемок 2012–2015 гг. суммарная биомасса этих рогатковых в последние годы снизилась до 35 тыс. т, но доминирующую роль (более 85%) по-прежнему играет широколобый шлемоносец [27]. Величина биомассы рогатковых рода *Gymnacanthus* в тихоокеанских водах северных Курильских островов (на юг до 4-го Курильского пролива) в 1980-х гг. достигала 2,8, у побережья Восточной Камчатки – 12,2, а в Карагинском заливе Берингова моря – 7,9 тыс. т (табл. 3) или в целом 22,9 тыс. т. С учетом сокращения, аналогичного в восточной части Охотского моря, в настоящее время ее можно оценить в 17 тыс. т. То есть суммарная биомасса трех видов шлемоносцев в прикамчатских водах сегодня составляет не менее 52 тыс. т, а величина возможного вылова (исходя из коэффициента изъятия в 30%) – 15–16 тыс. т.

Таблица 3

Биомасса (тыс. т) исследуемых видов шлемоносцев в прикамчатских водах в 1980-х годах

Район	Широколобый	Узколобый	Нитчатый	Суммарная
Прикамчатские воды Охотского моря (выше 54° с. ш.)*	27,1	–	4,6	31,7
Прикамчатские воды Охотского моря (до 54° с. ш.)*	16,1	+	0,6	16,7
Прибрежные воды северных Курильских островов (до 4-го Курильского пролива)*	1,9	0,8	0,1	2,8
Прибрежные воды восточной Камчатки*	10,0	2,1	0,1	12,2
Карагинский залив Берингова моря**	7,0	+	0,9	7,9
Всего:	62,1	2,9	6,3	71,3

\* [по 5]

\*\* [по 21]

Однако несмотря на то, что все шлемоносцы постоянно вылавливаются в заметных количествах в качестве прилова при траловом и снюрреводном промысле трески, камбал и других донных рыб, их ресурсы у берегов Камчатки сегодня существенно недоиспользуются [6, 7, 28, 29, и др.], а фактическая величина вылова в большинстве случаев статистикой достоверно не отражается. Поэтому в настоящее время этих рогатковых в прикамчатских водах можно рассматривать в качестве потенциальных объектов рыболовства, тем более что, как показали технологические исследования [30, и др.], значительное содержание в мясе данных рыб полноценных белков и липидов позволяет использовать их для производства мороженой продукции и закусовых консервов. Богатая витамином А, печень шлемоносцев может служить в качестве витаминного сырья. Но при организации промысла необходимо учитывать, что, хотя эти рогатковые в летние месяцы формируют основу прилова при добыче камбал, трески и наваги, составляя 10–15% (в отдельных случаях до 20%) улова, их «чистые» скопления встречаются довольно редко. Поэтому вылов возможен лишь одновременно с традиционными объектами промысла. Вовлечение шлемоносцев в полном объеме в сферу хозяйственной деятельности наряду с получением дополнительной пищевой рыбной продукции, с одной стороны, позволило бы более комплексно и рационально использовать водные биологические ресурсы прикамчатских вод, с другой – несколько снизить промысловую нагрузку на традиционные объекты прибрежного рыболовства [10, 28, 29].

### Литература

1. *Борец Л.А.* Аннотированный список рыб дальневосточных морей. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2000. – 192 с.
2. 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.
3. *Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K.* Fishes of Alaska. – Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2002. – XXXVII+1037 p.+40 Pl.
4. *Токранов А.М.* Биология массовых видов рогатковых (семейство Cottidae) прикамчатских вод: Автореф. дис ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1985. – 22 с.
5. *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.
6. *Борец Л.А.* Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 1997. – 217 с.
7. *Фадеев Н.С.* Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 366 с.
8. *Токранов А.М.* Бычки – перспективный объект прибрежного лова // Рыбн. хоз-во. – 1985. – № 5. – С. 28–31.
9. *Токранов А.М.* Итоги исследований и возможности промысла рогатковых рыб (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Тез. докл. Всесоюз. совещ. «Резервн. пищ. биол. ресурсы открытого океана и морей СССР» (Калининград, 20–22 марта 1990 г.). – М.: ВНИЭРХ, 1990. – С. 63–66.
10. *Токранов А.М.* Особенности биологии донных и придонных рыб различных семейств в прикамчатских водах: Дис. в виде науч. докл. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 2009. – 83 с.
11. *Шейко Б.А., Федоров В.В.* Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holoccephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. – С. 7–69.
12. *Токранов А.М.* Темп полового созревания и плодовитость шлемоносного бычка *Gymnocanthus detrisus* Gilbert et Burke (Cottidae) у восточного побережья Камчатки // Вопр. ихтиол. – 1981. – Т. 21. – Вып. 1(126). – С. 84–89.
13. *Токранов А.М.* Распределение керчаковых (Cottidae, Pisces) на западнокамчатском шельфе в летний период // Зоол. журнал. – 1981. – Т. 60. – Вып. 2. – С. 229–237.
14. *Токранов А.М., Полутов В.И.* Распределение рыб в Кроноцком заливе и факторы, его определяющие // Зоол. журнал. – 1984. – Т. 63. – Вып. 9. – С. 1363–1373.

15. Токранов А.М., Орлов А.М. Особенности распределения и экологии двух видов рогатковых рыб рода *Gymnoscanthus* (Cottidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Вопр. ихтиол. – 2012. – Т. 52. – № 6. – С. 658–671.
16. Токранов А.М. Питание рогатковых рода *Gymnascanthus* Swainson (Cottidae) прикамчатских вод // Вопр. ихтиол. – 1985. – Т. 25. – Вып. 3. – С. 433–437.
17. Токранов А.М. О размножении рогатковых рыб рода *Gymnascanthus* (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Вопр. ихтиол. – 1987. – Т. 27. – Вып. 6. – С. 1026–1030.
18. Токранов А.М. Размножение массовых видов керчаковых рыб прикамчатских вод // Биол. моря. – 1988. – № 4. – С. 28–32.
19. Токранов А.М. О половом диморфизме массовых видов рогатковых (Cottidae) прикамчатских вод // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1993. – Т. 98. – Вып. 6. – С. 19–26.
20. Токранов А.М. О половом диморфизме у рогатковых рыб (Cottidae, Pisces) прикамчатских вод // XXX Любичевские чтения – 2016. Современные проблемы эволюции и экологии: Сб. материалов междунар. конф. (Ульяновск, 5–7 апреля 2016 г.). – Ульяновск: УлГПУ, 2016. – С. 124–131.
21. Борец Л.А. Состав и современное состояние сообщества донных рыб Карагинского залива // Изв. ТИНРО. – 1985. – Т. 110. – С. 20–28.
22. Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. – Владивосток: Русский Остров, 2014. – 336 с.: ил.
23. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря: Моногр. / И.А. Черешнев, В.В. Волобуев, И.Е. Хованский, А.В. Шестаков. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 197 с.
24. Тупоногов В.Н., Явнов С.В. Атлас рыб дальневосточных морей России (окуни, терпуги, бычки, лисички). – Владивосток: Русский Остров, 2015. – 264 с.: ил.
25. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 484 с.
26. Токранов А.М. Трофические группировки рогатковых рыб (Cottidae) в прикамчатских водах // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т.: Сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биол. станции (Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. – Т. 2. – С. 182–185.
27. Матвеев А.А., Терентьев Д.А. Промысел, многолетняя динамика биомассы, распределение и размерный состав массовых видов рогатковых Cottidae у западного побережья Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2016. – Вып. 41. – С. 17–42.
28. Токранов А.М. «Нетрадиционные» объекты промысла: реально ли сегодня освоение их запасов? // Рыбн. хоз-во. – 2002. – № 6. – С. 41–43.
29. 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.). – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2014. – С. 162–165.
30. 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.

УДК [574.3:595.384.2](265.51)

**П.А. Федотов**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),  
Владивосток, 690950,  
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ КРАБА-СТРИГУНА БЕРДИ  
И БЛИЖАЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ПРОМЫСЛА  
В ЗАПАДНО-БЕРИНГОВОМОРСКОЙ ЗОНЕ**

Данная работа основана на материалах донных траловых съемок 2005, 2008, 2010, 2012, 2015 и 2016 гг. в Западно-Беринговоморской зоне. Проведен анализ динамики пространственного распределения промысловых самцов, их размерный состав и изменения состояния промыслового запаса этого вида крабов. Отмечено, что в 2016 г., по сравнению с прошлыми годами, расположение промысловых скоплений изменилось незначительно. Однако в 2016 г. произошло перераспределение промыслового запаса. Большая часть промысловых самцов обитала в корякском п/районе – 67%. Численность самцов промыслового размера, после исторического максимума в 2012 г. (14,4 млн экз.), по-прежнему снижается и в 2016 г. была оценена в 2,1 млн экз. Это снижение было связано как с естественными причинами, так и промыслом. Доля промысловых самцов, в сравнении с 2015 г., несколько уменьшилась и составила 20,0%. Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал, что средние размеры промысловых самцов в 2005–2016 гг. менялись незначительно и варьировали в пределах 128–130 мм. В целом, состояние популяции этого вида можно считать стабильно низким, но в ближайшие годы возможно увеличение промыслового запаса.

**Ключевые слова:** краб-стригун берди, северо-западная часть Берингова моря, промысловый запас, численность, плотность, биомасса, размерные группы, общий средний размер, средний размер промысловых самцов, доля промысловых самцов.

**P.A. Fedotov**

*Pacific Scientific Research Fisheries Centre (TINRO-Center)  
Vladivostok, 690950  
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**CURRENT STATE OF *CHIONOECETES BAIRDI* STOCKS  
AND IMMEDIATE PROSPECTS FOR ITS HARVESTING  
IN THE WEST BERING SEA ZONE**

This paper is based on the materials of bottom trawl surveys in 2005, 2008, 2010, 2012, 2015 and 2016 in the West Bering sea zone. Dynamics of spatial distribution of commercial males, their size composition and changes in commercial stock state of this crab species are analyzed. It is noted that in 2016, compared with previous years, the location of commercial stock changed insignificantly. However, in 2016 the commercial stock was reallocated. Most males lived in the Koryaksky area – 67%. The number of commercial males, after a historical high in 2012 (14.4 million crabs), are still declining and in 2016 the number was 2.1 million. This decline was due both to natural causes and fishing. The share of commercial males, compared to 2015, decreased to 20.0%. The analysis of interannual dynamics in male size showed that the average size of commercial males in 2005–2016 changed slightly and varied within 128–130 mm. In general, the population status of this species can be considered steadily low, but in the coming years it is possible to increase the commercial stock.

**Key words:** tanner crab, northwest part of the Bering Sea, commercial stock, number, density, dimensional groups, general average size, average size of trade males, share of trade 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 опилю, тем не менее промысловая ценность этого вида достаточно

велика. Изучению биологии этих видов в данном районе посвящено достаточно большое количество публикаций [1–8]. Однако после 2000 г. их число было минимальным [9–14]. В какой-то степени возместить этот недостаток призвано это сообщение.

Материалами для этого сообщения послужили данные, полученные при выполнении донных траловых съемок 2005–2016 гг. в Западно-Беринговоморской зоне и Чукотском промысловом районе. 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, который с севера ограничен 65°30' с. ш., с юга – 62°39' с. ш., с востока ограничен разделительной линией рыболовных зон РФ и США, с запада проходит по траверзу м. Фаддея (62°39' с. ш., 179°37' в. д.), и Олюторско-Наваринский – с севера ограничен береговой линией, с запада и востока ограничен м. Олюторский и м. Фаддея.

Олюторско-Наваринский район подразделялся на два подрайона: участок между м. Олюторский и 176°00' в. д. (коряжский п/район) и участок между 176°00' в. д. и м. Фаддея (наваринский п/район).

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартной гидробиологической методике, принятой в ТИПРО-Центре [15]. Схема донной траловой съемки в Западно-Беринговоморской зоне в 2016 г. приведена на рис. 1.

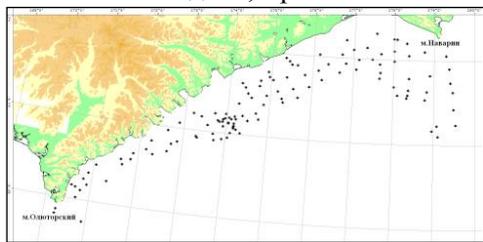


Рис. 1. Схема донной траловой съемки в Западно-Беринговоморской зоне в 2016 г.

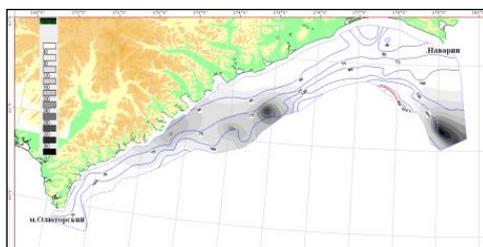


Рис. 2. Распределение промысловых самцов краба-стригуна берди в 2016 г. в Западно-Беринговоморской зоне. Шкала – экз./км<sup>2</sup>

Расположение промысловых скоплений не изменилось по сравнению с прошлыми годами, но в 2016 г. произошло заметное перераспределение промыслового запаса. Большая часть (67%) промысловых самцов обитала в Коряжском п/районе, в 2015 г. их доля составляла только 32%, а в 2012 г. была минимальна – 16%.

В 2016 г. в коряжском п/районе промысловые самцы встречались в уловах на участке с координатами 170°45'–175°50' в. д. в диапазоне глубин 60–120 м, предпочтение отдавалось глубинам 65–105 м<sup>2</sup>. Численность промысловых самцов была оценена в 1,460 млн экз., при средней плотности в 76 экз./км<sup>2</sup>.

В наваринском п/районе промысловые самцы встречались в районе с координатами 178°00'–179°35' в. д. в диапазоне глубин 80–265 м, предпочтение отдавалось глубинам 160–265 м. Численность промысловых самцов была оценена в 0,730 млн экз., при средней плотности в 43 экз./км<sup>2</sup>.

Распределение промысловых самцов показано на рис. 2.

Таблица 1

Доли промыслового запаса краба-стригуна берди в 2012–2016 гг., %

Вид	Год	п/район	
		Коряжский	Наваринский
Краб-стригун берди	2012	15	85
	2013	73	27
	2014	16	84
	2015	32	68
	2016	67	33

В целом в Западно-Беринговоморской зоне по результатам исследований 2016 г. численность запаса промысловых самцов составляла 2,190 млн экз., непромысловых самцов – 13,693 млн экз. (из них пререкрутов I порядка – 2,489 млн экз.), самок – 4,857 млн экз.

Численность и биомасса самцов и самок краба-стригуна берди представлена в табл. 2.

Таблица 2

**Численность и биомасса промысловых и непромысловых самцов и самок краба-стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне в 2016 г.**

	Промысловые		Непромысловые		Самки		ВСЕГО	
Н т. т./ %	2,190	10,6	13,693	66,0	4,857	23,4	20,740	100,0
В м. э./ %	1,467	30,0	2,876	58,9	0,544	11,1	4,887	100,0

Размеры пойманных в 2016 г. самцов составляли от 8 до 150 мм. Средний промысловый размер был равен 129 мм, непромысловых – 88,5 мм, общий средний размер – 93,3 мм.

Размерный состав самцов стригуна берди в северо-западной части Берингова моря в 2005–2016 гг. представлен на рис. 3.

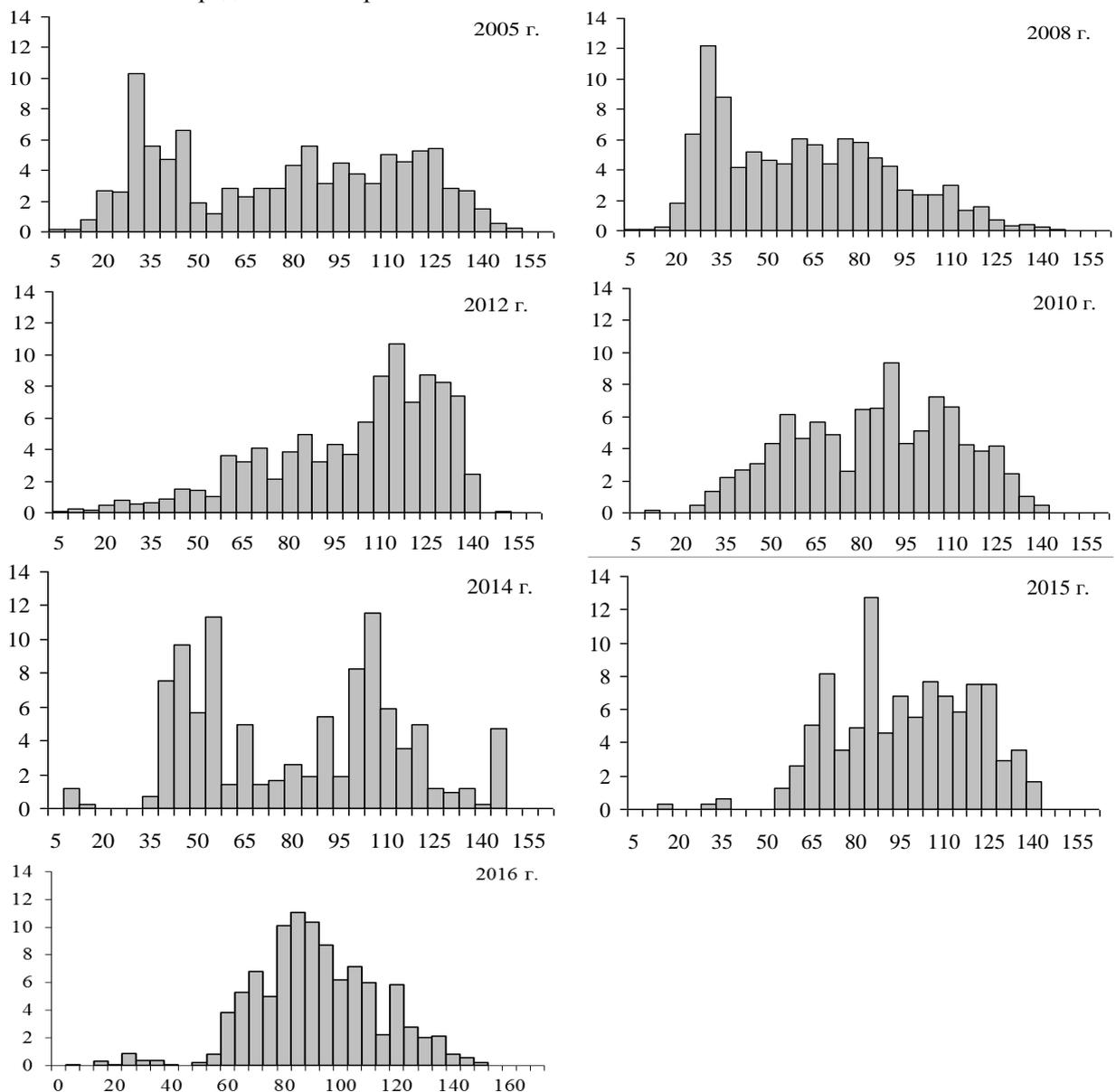


Рис. 3. Размерный состав самцов стригуна берди в Западно-Беринговоморской зоне в 2005–2016 гг. По шкале абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – частота встречаемости, %

Размерный состав самцов в период 2005–2016 гг. резко менялся, но средний размер промысловых самцов в последние годы был практически неизменным: в 2010 г. – 127,7 мм, в 2012 г. – 129,5 мм, в 2014 г. – 130 мм, в 2015 г. – 128,5 мм, в 2016 г. – 129 мм.

Динамика промыслового запаса в Западно-Беринговоморской зоне в период с 1998 по 2016 гг. показана на рис. 4.

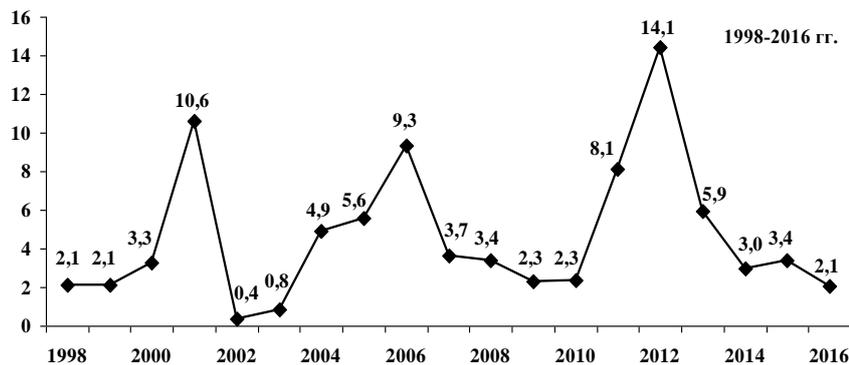


Рис. 4. Динамика численности промысловых самцов краба-стригуна берди в 1998–2016 гг. в Западно-Беринговоморской зоне, млн экз.

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 гг. 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 пререкрутов 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. В 2015 г. численность промысловых самцов была оценена в 3,386 млн экз., а в 2016 г. она уменьшилась до 2,190 млн экз.

Причины, по которым в 2016 г. произошло снижение промыслового запаса краба-стригуна берди могут быть следующими:

1. Естественные колебания численности промысловых самцов. Из рис. 4 видно, что в указанный период просматривается цикличность в численности промысловых самцов (5–6 лет). Соответственно, в настоящий момент времени происходит естественное снижение промыслового запаса, которое сменится в дальнейшем его увеличением в 2017–2018 гг. В пользу этого предположения свидетельствует и рост численности пререкрутов I и II порядков и молодых самцов в 2016 г., по сравнению с 2014–2015 гг.

2. Чрезмерный промысловый пресс в 2014–2015 гг.

Степень промыслового освоения краба в последние годы была высокой. В 2002 г. вылов стригуна берди составлял только 32% от ОДУ. В 2003–2009 гг. степень освоения ОДУ варьировала от 32 до 68%. Последние пять лет, начиная с 2012 г., вылов стригуна берди составлял не менее 89% ОДУ, в 2016 г. он был равен 89%.

Состояние популяции, несмотря на изменения в численности и пространственном распределении, можно считать стабильно низким и удовлетворительным, но в ближайшие годы возможно увеличение промыслового запаса.

### Литература

1. Слизкин А.Г. Особенности распределения крабов (*Lithodidae et Majidae*, Crustacea, Decapoda) в Беринговом море // Тр. ВНИРО. – Т. 99. – С. 29–37. – 1974.
2. Тарвердиева М.И. О питании крабов-стригунов *Chionoecetes opilio* и *Ch. bairdi* в Беринговом море // Зоол. журнал. – 1981. – Т. 60. – № 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 междунар. 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 // Тез. докл. XIII междунар. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». – Петропавловск-Камчатский, 2012.
12. 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.
13. Федотов П.А. Травматизм (аутономия) у промысловых видов крабов в северо-западной части Берингова моря // Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский, 2014.
14. Федотов П.А. Распределение, состояние запасов и некоторые биологические характеристики краба-стригуна *Chionoecetes bairdi* в северо-западной части Берингова моря в период 2002-2016 гг. // Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский, 2016.
15. 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 639.3.09(470.620)

**Я.Н. Фролова, М.А. Морозова**

*Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,*

*Ростов-на-Дону, 344002*

*e-mail: yanchik-frolova@yandex.ru*

### **ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К АНТИМИКОТИКАМ ГРИБОВ РОДА *CANDIDA*, ЦИРКУЛИРУЮЩИХ В ХОЗЯЙСТВАХ АКВАКУЛЬТУРЫ**

Изучен видовой состав и чувствительность к антимикотикам грибов рода *Candida*, циркулирующих в воде рыбохозяйственных предприятий Ростовской области и Краснодарского края. Чувствительность штаммов к препаратам определяли методом диффузии в агар. Отмечены значительные колебания в степени резистентности *Candida spp.* к четырем антимикотическим средствам. Зарегистрирован случай кандидоза у сеголетков и производителей осетровых. Полученные данные указывают на целесообразность проведения антибиотикограммы для назначения адекватной терапии при кандидозе.

**Ключевые слова:** антибиотикочувствительность, штаммы, кандидоз, препараты, изоляты.

**Y. N. Frolova, M.A. Morozova**

*Azov Fisheries Research Institute,*

*Rostov-on-Don, 344002*

*e-mail: yanchik-frolova@yandex.ru*

### **SENSITIVITY OF YEASTS OF THE GENUS *CANDIDA* CIRCULATING IN THE FARMS OF AQUACULTURE TO ANTIMYCOTICS**

Specific composition of *Candida spp.* found at fish-rearing farms of Rostov and Krasnodar regions and their sensitivity to antimicotic drugs have been studied. Strain sensitivity to drugs is determined by disc-diffusion method. Significant variations are observed in the *Candida* resistance to four antimicotic preparations. Some sturgeon fingerlings and breeders have been found to be infected with candida. The data obtained show that antibiogram is expedient when assigning an adequate treatment of candidosis.

**Key words:** antibiotic sensitivity, strains, candidosis, preparations, isolates

#### **Введение**

В настоящее время идентифицировано свыше 80 тыс. видов микроскопических грибов. Повсеместное распространение грибов связано с их высокой степенью адаптационных свойств к различным температурам, влажности, инсоляции, относительно малыми питательными потребностями, высокой устойчивостью к физико-химическим и биологическим факторам, а также возможностью находиться в состоянии покоя, без размножения длительный период времени на голодных субстратах [1].

Особого внимания заслуживают данные о заболеваниях, вызываемых условно-патогенными грибами. В последние годы на рыбохозяйственных предприятиях все чаще регистрируются микозы. К данной группе инфекций относится и кандидоз [2, 3]. Химиотерапия, проводимая при грибковых инфекциях, не всегда оказывается эффективной, и заболеваемость кандидозом среди представителей многих видов животных [4–7], птиц [8] и рыб [9] возрастает, а многие аспекты данного микоза до настоящего времени ветеринарными специалистами изучены недостаточно.

Дополнительная сложность в подборе химиопрепаратов и дальнейшее их применение связаны с увеличением числа резистентных видов микроорганизмов, что угрожает эффективности проводимой терапии [10–12].

*Цель работы* – оценка устойчивости к противогрибковым препаратам условно-патогенных дрожжей рода *Candida*, циркулирующих в рыбохозяйственных предприятиях.

*Задача исследования* – выявить распространенность *Candida spp.* в условиях садкового и бассейнового выращивания осетровых и определить чувствительность штаммов к противогрибковым (антимикотическим) препаратам.

### Материалы и методы

В весенне-летний период 2007, 2015–2016 гг. проведены комплексные бактериологические исследования на 6 рыбоводных хозяйствах Ростовской области и Краснодарского края. Объектами исследования послужили пробы воды и осетровых рыб. Пробозабор воды производился из отстойников, бассейнов и садков. У рыб (таких, как русский осетр, русско-ленский осетр, севрюга, стерлядь, бестер, белуга) исследовали кровь, жабры, паренхиматозные органы, кишечник и мышечную ткань.

Для выделения и идентификации дрожжей рода *Candida* проводили посев исследуемого материала на микробиологические среды: Сабуро, Кандида и Хромогенный агары. Ферментативную активность дрожжей определяли на средах с 1%-ной пептонной водой и индикатором (Андрее, бром тимоловый синий) по общепринятым методикам, но с добавлением 2% углевода. Молекулярно-генетический метод исследований (ПЦР-диагностику) использовали для подтверждения принадлежности микроорганизмов к виду *Candida albicans*. Результаты ПЦР-анализа оценивали по наличию или отсутствию на электрофореграмме специфических полос амплифицированной ДНК. Положительными считали образцы, которые содержали специфическую светящуюся полосу (370 п.н.) на уровне фрагмента ДНК возбудителя. Отрицательными считали образцы, которые содержали только полосу внутреннего контрольного образца (730 п. н.).

Для определения чувствительности штаммов дрожжей к противогрибковым препаратам применяли диско-диффузионный метод [13]. Использовали диски с различным содержанием препаратов (мкг/диск): с амфотерицином В (50 мкг), нистатином (50 мкг), клотримазолом (10 мкг) и флуконазолом (25 мкг). Результаты оценивали по диаметру зоны задержки (отсутствия) роста микроорганизмов вокруг дисков согласно «Инструкции по использованию дисков с противогрибковыми препаратами» Научно-исследовательского центра фармакотерапии (НИЦФ) [14] (табл. 1).

Таблица 1

Зоны подавления роста культур дрожжей противогрибковыми препаратами

Противогрибковые препараты в диске	Диаметр зон подавления роста культур, мм		
	устойчивых	промежуточных (чувствительность зависит от дозы)	чувствительных
Амфотерицин В	<14	–	≥14
Нистатин	<18	–	≥18
Клотримазол	<12	–	≥12
Флуконазол	≤19	20–28	≥19

### Результаты и обсуждение

Микологические исследования, проведенные на осетровых заводах Краснодарского края и товарных хозяйств Ростовской области, показали циркуляцию дрожжей рода *Candida* в воде садков и отстойников, поступающей в них из поверхностных водоисточников. Единичные штаммы *Candida spp.* обнаруживали в воде бассейнов и у клинически здоровой молодежи русского осетра, севрюги (жабры, кишечник) и русско-ленского осетра (кишечник).

Зарегистрирован случай кандидоза (кандидамикоза) у сеголетков осетровых, производителей русско-ленского осетра и белуги (в июне – июле) на одном из осетровых заводов Краснодарского края. Штаммы *C. albicans*, *C. guilliermondii*, *C. tropicalis* выделяли от больных рыб (кровь, кишечник, печень) и в пробах воды. Наличие *Candida albicans* было подтверждено ПЦР-диагностикой. Источником заражения рыб являлась вода из отстойников, которая распределялась в бассейны, где и регистрировали вспышки заболеваний. Гибель сеголетков в бассейнах на момент исследования составляла от 10% до 40% особей в течение месяца. Диагноз болезни устанавливался комплексно с учетом клинических, морфологических и микологических исследований.

За период исследований собрана коллекция из 71 штамма дрожжей рода *Candida* (11 – *Candida albicans*, 11 – *C. krusei*, 14 – *C. tropicalis*, 16 – *C. guilliermondii*, 19 – *C. glabrata*) (табл. 2).

Таблица 2

**Количество штаммов дрожжей рода *Candida*, выделенных из воды и осетровых рыб на рыбоводных хозяйствах за период исследований**

Семейство	Род	Вид	Количество штаммов	
			вода	рыба
<i>Cryptococcaceae</i>	<i>Candida</i>	<i>Candida albicans</i>	4	7
		<i>C. glabrata</i>	11	8
		<i>C. guilliermondii</i>	7	9
		<i>C. krusei</i>	6	5
		<i>C. tropicalis</i>	6	8

Оценка эффективности применения антимикотиков (флуконазол, амфотерицин В, клотримазол, нистатин) против выделенных кандид показала, что большинство штаммов обладали чувствительностью. У *C. albicans* в 100% случаев она регистрировалась к флуконазолу, 65% – амфотерицину В и нистатину. У *C. tropicalis* и *C. guilliermondii* чувствительность регистрировалась несколько чаще к флуконазолу, амфотерицину В, нистатину (100%), за исключением устойчивости последнего к клотримазолу. Для штаммов *C. glabrata* данный показатель отмечался в 40% случаев для флуконазола, 87% – амфотерицина и 100% – нистатина. Культуры *C. krusei* имели чувствительность лишь к амфотерицину В (табл. 3).

Таблица 3

**Чувствительность основных возбудителей кандидоза к противогрибковым препаратам**

<i>Candida spp.</i>	Доля культур, %	Чувствительность к противогрибковым препаратам при использовании дисков			
		флуконазол	амфотерицин В	клотримазол	нистатин
<i>C. albicans</i>	65	S	S	R	S
<i>C. albicans</i>	35	S	R	S	R
<i>C. glabrata</i>	47	R	S	R	S
<i>C. glabrata</i>	40	S	S	S	S
<i>C. glabrata</i>	13	R	R	S	S
<i>C. guilliermondii</i>	100	S	S	R	S
<i>C. krusei</i>	100	R	S	R	R
<i>C. tropicalis</i>	100	S	S	S	S

Примечание. «S» – чувствительность, «R» – устойчивость.

Таким образом, проведенные микологические исследования на осетровых заводах Краснодарского края и товарных хозяйств Ростовской области установили циркуляцию дрожжей рода *Candida*, как в воде садков и отстойников, поступающей в них из поверхностных водоисточников, так и в организме сеголетков и производителей осетровых. Кандиды, выделенные из воды и организма рыб, были представлены видами: *Candida albicans*, *C. glabrata*, *C. guilliermondii*, *C. krusei*, *C. tropicalis*.

**Выводы**

Наибольшую активность против исследованных культур кандид показали препараты из группы полиенов. Несмотря на чувствительность *C. glabrata*, *C. guilliermondii*, *C. tropicalis* *C. albicans* (65%) к нистатину, применение неадсорбируемых антимикотиков (*in vivo*) при кандидозе кишечника неэффективно. К флуконазолу были чувствительны *C. albicans*, *C. guilliermondii*, *C. tropicalis*. Культуры *C. krusei* имели чувствительность лишь к амфотерицину В. Поэтому целесообразно проведение антибиотикограммы для назначения адекватной терапии при кандидозе.

### Литература

1. *Kwon-Chung K.J.* Phylogenetic spectrum of fungi that are pathogenic to humans. *Clinical Infect. Dis.* – 1994. – № 19. – P. 1–7.
2. *Сергеев А.Ю.* Защита макроорганизма при кандидозе и возможности иммунокоррекции // *Успехи клинической иммунологии и аллергологии.* – М., 2001. – Т. 1. – 308–328.
3. *Себряков Е.В.* Кандидамикоз животных // *Ветеринария с.-х. животных.* – 2006. – № 5. – С. 25–29.
4. *Домницкий И.Ю.* Патоморфологические изменения при кандидозе теленка // *Вет. практика.* – СПб.: Институт ветеринарной биологии. – 2007. – 3 (38). – С. 66–67.
5. *Кисленко В.Н.* Ветеринарная микробиология и иммунология. – М., 2006. – 184 с.
6. *Литвинов А.М.* Поверхностный кандидоз плотоядных животных // *Ветеринария.* – 2010. – № 7. – С. 3–5.
7. *Лысухо Т.Н.* Система ветеринарно-санитарных, профилактических и лечебных мероприятий при кандидамикозе поросят. Актуал. пробл. пр-ва свинины в РФ. – Дон. гос. аграр. ун-т, 2006. – С. 117–118.
8. *Гарольд Л.* Кандидоз: микоз пищеварительного тракта // *Птицефабрика.* – 2006. – № 8. – С. 48–51.
9. *Ожередова Н.А.* Кандидамикоз карповых рыб // *Ветеринарный врач.* – 2008. – № 4. – С. 9–52.
10. *Анганова Е.В., Курносоев А.Д., Самойлова И.Ю. и др.* Антибиотикорезистентность бактерий микробиоценозов водных объектов как показатель антропогенной нагрузки на водоем (на примере р. Лены) // *Сибирский медицинский журнал.* – 2008. – № 1. – С. 75–76.
11. *Страчунский Л.С., Богданович Т.М., Козлова С.Н.* Состояние антибиотикорезистентности в России // *Антибактериальная терапия: Практ. руководство / Под ред. Страчунского Л.С., Белоусова Ю.Б., Козлова С.Н.* – М.: Фарммединфо, 2000.
12. *Хвещук П.Ф., Рудакова А.В.* Рациональное использование лекарственных средств как основа совершенствования лечебного процесса. Современные технологии диагностики и терапии инфекционных болезней: Тез. докл. науч. конф. 27–28 окт. 1999 г. – СПб., 1999. – 323–324.
13. *Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: Методические указания.* – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.
14. Инструкция по использованию дисков с противогрибковыми препаратами «Научно-исследовательский центр фармакотерапии (НИЦФ)» [Электронный ресурс]. – URL [http://www.nicf.spb.ru/diski\\_i\\_docs/10.doc](http://www.nicf.spb.ru/diski_i_docs/10.doc)

УДК [551.463.6:597.552.511](265.5)

**В.А. Царева, Г.П. Ванюшин, М.Ю. Кружалов, Е.В. Сапунова**

*Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии,  
Москва, 107140  
e-mail: ladimon@mail.ru*

**ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ГОРБУШИ И КЕТЫ ПОСЛЕ СКАТА  
В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА И ОСТРОВА ИТУРУП  
В 2013–2016 ГГ.**

В работе представлены результаты мониторинга ТПО прибрежных акваторий восточного Сахалина и залива Простор острова Итуруп за период 2013–2016 гг., где обитает молодь горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) и кеты (*Oncorhynchus keta*) в ранний морской период после ската в мае – июле. Данные исследования были проведены на основе данных ИСЗ.

**Ключевые слова:** ТПО (температура поверхности океана), аномалии ТПО, данные ИСЗ (искусственных спутников Земли), прибрежные воды восточного Сахалина и острова Итуруп (залива Простор), молодь горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) и кеты (*Oncorhynchus keta*).

**V.A. Tsareva, G.P. Vanyushin, M.Y. Kruzhlov, E.V. Sapunova**

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

**THE TEMPERATURE CONDITIONS OF HABITATS OF PINK  
AND CHUM SALMON AFTER ARRIVING IN THE COASTAL WATERS  
OF EASTERN SAKHALIN AND ITURUP ISLAND IN 2013–2016.**

The paper presents the results of the monitoring of SST coastal waters of Eastern Sakhalin and the Prostor Bay (Iturup Island) for the period 2013–2016, where juvenile pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*) inhabit in the early marine period after arriving in May – July. These studies were conducted on the basis of satellite data.

**Key words:** SST (sea surface temperature), anomalies of SST, satellite data, coastal waters of Eastern Sakhalin and Iturup island (Prostor Bay), juvenile pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*).

**Введение**

Выживание молоди горбуши и кеты после ее ската в начальный период морской жизни в мае – июле в значительной мере определяется температурными условиями в прибрежных водах, что влияет на численность их будущих поколений. Оптимальная температура воды в этих акваториях во время обитания в них послепокатной молоди в целом должна быть не менее 3,5°C ÷ 3,7°C, ниже этого порога молодь снижает активность питания [1–4].

Так, начало ската молоди горбуши и кеты из рек восточного Сахалина происходит, в основном, после отхода льдов от побережья, когда температура прибрежных вод повышается до +4°C в результате их прогрева. После выхода в море молодь горбуши и кеты восточного Сахалина и о. Итуруп задерживается на 2–2,5 месяца в прибрежных водах [2, 4].

В данной работе представлены материалы анализа температурных условий обитания молоди горбуши и кеты восточного Сахалина (в июне – июле) и зал. Простор о. Итуруп (в мае – июне) в основной ранний морской период их жизни после ската в 2013–2016 гг.

## Материалы и методика

При выполнении данной работы с учетом региональных гидробиологических особенностей рассматриваемых прибрежных акваторий нами были выделены три реперные зоны: № 1 – акватория у северо-восточного побережья о. Сахалин; № 2 – акватория у юго-восточного побережья о. Сахалин, включая часть зал. Терпения [5]; зона № 3 – акватория залива Простор о. Итуруп, где нагуливается после ската большая по численности часть молоди горбуши и кеты этих регионов [6] (рис. 1).

В работе использовались картографические цифровые матрицы температуры поверхности океана (ТПО) для мая, июня и июля, полученные в результате осреднения оперативных недельных карт ТПО за период 2013–2016 гг.

При составлении недельных карт ТПО использованы материалы:

- данные ежесуточной инфракрасной съемки в цифровом виде с искусственных спутников Земли серии GOES-W (США); HIMAWARI (Япония);

- квазисинхронные судовые и буйковые измерения температуры воды «in situ», поступающие из ФГБУ «Гидрометцентр России» в реальном масштабе времени [3, 7].

Для статистического анализа на основании недельных карт ТПО создавались среднемесячные карты ТПО и карты аномалий ТПО (рис. 2), их цифровые матрицы по одноградусным квадратам с расчетом значений ТПО до 0,1°C. В расчетах аномалий ТПО для выделенных прибрежных акваторий использовались климатические данные за период 1971–2000 гг. [3, 7].

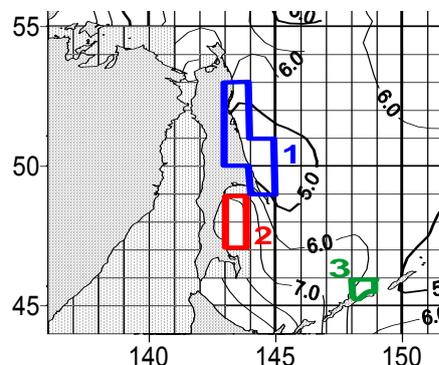


Рис. 1. Расположение трех выделенных реперных зон в прибрежных водах у восточного побережья о. Сахалин и у зал. Простор о. Итуруп

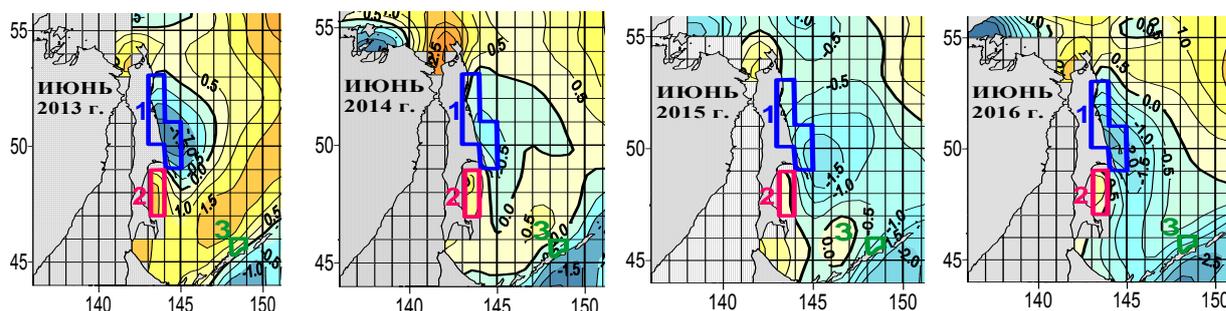


Рис. 2. Особенности распределения аномалий ТПО в прибрежных водах восточного Сахалина и зал. Простор о. Итуруп в июне 2013–2016 гг.

## Результаты и обсуждение

*Температурные условия в акваториях у северо-восточного побережья острова Сахалин (реперная зона №1) и у юго-восточного побережья острова Сахалин, включая часть залива Терпения (реперная зона № 2)*

Результаты сравнительного анализа между среднемесячными значениями ТПО в реперной зоне № 1 (табл. 1) и климатическими данными показали, что на протяжении всего рассматриваемого периода аномалии ТПО в этой зоне в июне и июле 2013–2016 гг. имели практически только отрицательные значения (рис. 3, а).

Таблица 1

Среднемесячные значения и аномалии ТПО у северо-восточного побережья острова Сахалин (реперная зона № 1) в июне и июле 2013–2016 гг.

Год	2013		2014		2015		2016	
	июнь	июль	июнь	июль	июнь	июль	июнь	июль
Среднемесячная ТПО, °С	5,10	10,06	6,06	9,66	5,60	11,24	4,22	9,60
Аномалии ТПО, °С	-1,46	-1,16	-0,50	-1,56	-0,96	0,02	-2,34	-1,62

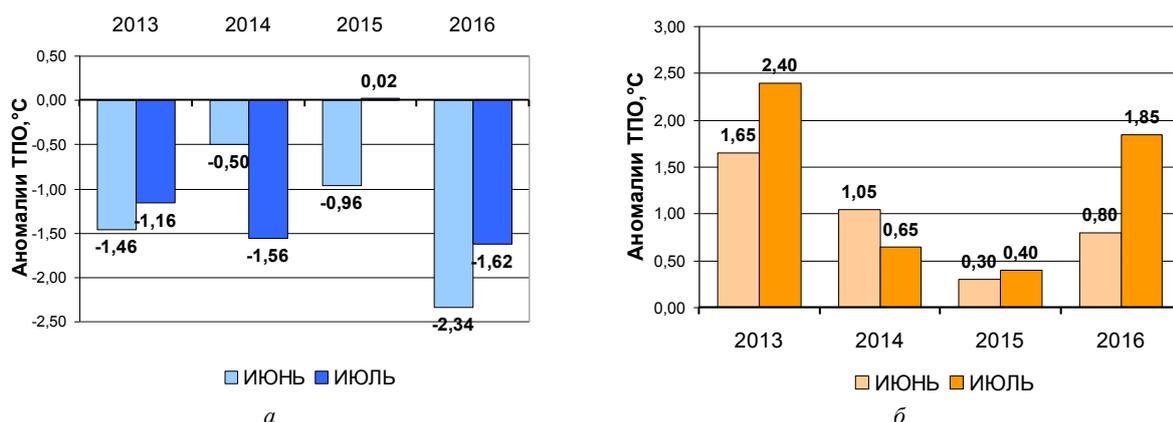


Рис. 3. Распределение значений аномалий ТПО в июне и июле 2013–2016 гг.:  
 а – у северо-восточного побережья о. Сахалин (реперная зона № 1);  
 б – у юго-восточного побережья о. Сахалин (реперная зона № 2)

Сравнительный анализ среднемесячных значений ТПО в акватории реперной зоны № 2 (табл. 2) с климатическими данными показал, что аномалии ТПО в ней как в июне, так и в июле 2013–2016 гг. в отличие от аномалий ТПО в прибрежной акватории северо-восточного Сахалина, имели только положительные значения (рис. 3, б).

Таблица 2

Среднемесячные значения и аномалии ТПО у юго-восточного побережья острова Сахалин, включая часть залива Терпения (реперная зона № 2) в июне и июле 2013–2016 гг.

Год	2013		2014		2015		2016	
	июнь	июль	июнь	июль	июнь	июль	июнь	июль
Среднемесячные значения ТПО, °С	9,45	14,75	8,85	13,00	8,10	12,75	8,60	14,20
Значения аномалий ТПО, °С	1,65	2,40	1,05	0,65	0,30	0,40	0,80	1,85

Для июня 2013–2016 гг. в прибрежных акваториях северо-восточного Сахалина наибольшая величина отрицательной аномалии ТПО отмечена в июне 2016 г. (–2,34°С), а наименьшая – в июне 2014 г. (–0,5°С). Таким образом, июнь 2016 г. можно характеризовать как самый холодный по сравнению с другими годами. Для июля 2013–2016 гг. все аномалии ТПО в этой акватории, за исключением 2015 г., когда аномалия была практически нулевой (+0,02°С), имели также отрицательные значения, наибольшее из которых пришлось опять же на 2016 г. (–1,62°С).

Таким образом, период июнь – июль 2016 г. можно считать самым холодным из всех рассматриваемых лет в реперной зоне № 1 (табл. 1, рис. 3, а).

Для рассматриваемого периода 2013–2016 гг. в прибрежных акваториях юго-восточного Сахалина наибольшие положительные значения аномалий ТПО были отмечены в июне и июле 2013 г. (+1,65°С и +2,40°С, соответственно), а наименьшие – в июне и июле 2015 г. (+0,30°С и +0,40°С, соответственно). Характер тенденций межгодового хода значений аномалий ТПО как для июня, так и для июля этих лет оказался схожим (табл. 2, рис. 3, б).

*Температурные условия в акватории залива Простор острова Итуруп (реперная зона № 3)*

При выполнении сравнительного анализа между среднемесячными значениями ТПО в этой зоне (табл. 3) в мае и июне 2013–2016 гг. и климатическими данными получены результаты, отражающие особенности распределения аномалий ТПО в зал. Простор (рис. 4).

Таблица 3

Среднемесячные значения и аномалии ТПО в акватории залива Простор острова Итуруп (реперная зона № 3) в мае и июне 2013–2016 гг.

Год	2013		2014		2015		2016	
	май	июнь	май	июнь	май	июнь	май	июнь
Среднемесячная ТПО, °С	2,1	8,0	3,3	6,8	3,3	6,3	3,5	5,5
Аномалии ТПО, °С	-2,1	0,5	-0,9	-0,7	-0,9	-1,2	-0,7	-2,0

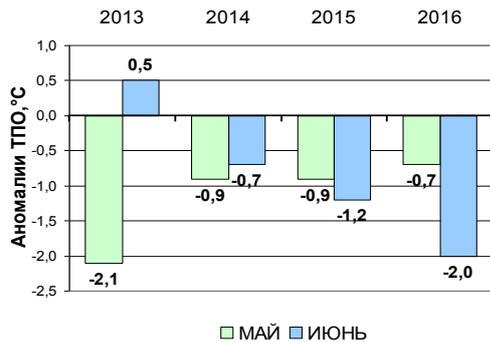


Рис. 4. Распределение значений аномалий ТПО в зал. Простор о. Итуруп (реперная зона № 3) в мае и июне 2013–2016 гг.

Тренд изменения значений аномалий ТПО в акватории зал. Простор для мая и июня 2013–2016 гг. показывает их разнонаправленность. Если для мая это выражается уменьшением отрицательных значений аномалий ТПО в 2013 г. от  $-2,1^{\circ}\text{C}$  до  $-0,7^{\circ}\text{C}$  в 2016 г., то для июня аномалии ТПО в рассматриваемый период изменились от положительного значения  $+0,5^{\circ}\text{C}$  в 2013 г. до отрицательного значения  $-2,0^{\circ}\text{C}$  в 2016 г. (табл. 3, рис. 4).

## Выводы

Анализ данных о температурных условиях обитания молоди горбуши и кеты после ската в прибрежных акваториях восточной части Сахалина и зал. Простор о. Итуруп в 2013–2016 гг. показал следующие особенности температурного режима в рассматриваемый период:

1. В акватории северо-восточного Сахалина (реперная зона № 1) в июне и в июле значения аномалий ТПО на протяжении всего рассматриваемого периода были отрицательными за исключением июля 2015 г. ( $+0,02^{\circ}\text{C}$ ). Максимально отрицательные аномалии ТПО пришлось на июнь и июль 2016 г. ( $-2,34^{\circ}\text{C}$  и  $-1,62^{\circ}\text{C}$ , соответственно).

2. В акватории юго-восточного побережья Сахалина, включая часть зал. Терпения (реперная зона № 2), значения аномалий ТПО за весь рассматриваемый период в июне и июле были только положительными. Максимальные значения аномалий ТПО отмечены в июне и в июле 2013 г. ( $+1,65^{\circ}\text{C}$ ,  $+2,40^{\circ}\text{C}$ , соответственно), а наименьшие – в июне – июле 2015 г. ( $+0,3^{\circ}\text{C}$ ,  $+0,4^{\circ}\text{C}$ , соответственно). Особенно следует подчеркнуть, что как для июня, так и для июля характер трендов межгодового хода значений аномалий ТПО оказался идентичным.

3. Распределения значений аномалий ТПО в июне и июле в охотоморских водах у восточного побережья о. Сахалин показали, что температурные условия в северо-восточной и юго-восточной акваториях оказались прямо противоположными по знаку на протяжении всего рассматриваемого периода.

4. В акватории зал. Простор о. Итуруп (реперная зона № 3) аномалии ТПО в целом имели отрицательные значения и характеризовались разнонаправленным ходом межгодовой изменчивости в мае и июне в период 2013–2016 гг. Следует отметить практическое совпадение характера температурных условий (наличие отрицательных аномалий ТПО) в прибрежных акваториях северо-восточного Сахалина и зал. Простор о. Итуруп в рассматриваемый период 2013–2016 гг. в июне.

## Литература

1. *Иванков В.Н.* Причины периодических и ежегодных флюктуаций численности и изменений биологических признаков горбуши *Oncorhynchus gorbusha* южных Курильских островов // *Вопр. ихтиологии.* – 1984. – Т. 24. – Вып. 6. – С. 895–906.
2. *Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косткин В.К.* Экология и воспроизводство кеты и горбуши. – М.: Агропромиздат, 1987. – 166 с.
3. *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.
4. *Шубин А.О., Коряковцев Л.В., Коваленко С.А., Стоминок Д.Ю.* Молодь горбуши *Oncorhynchus gorbusha* и кеты *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) в ихтиоценах верхней эпипелагиали шельфа и свала глубин восточного Сахалина и южных Курильских островов в летний период 2002–2004 // *Труды СахНИРО.* – 2007. – Т. 9. – С. 16–36.
5. *Каев А.М.* Оценка эффективности прогнозирования и управления промыслом горбуши в Сахалино-Курильском регионе // *Изв. ТИНРО.* – 2011. – Т. 167. – С. 32–53.
6. *Каев А.М., Чупахин В.М.* Ранний морской период жизни горбуши *Oncorhynchus gorbusha* и кеты *Oncorhynchus keta* о. Итуруп // *Тр. СахНИРО.* – 2002. – Т. 4. – С. 116–132.
7. *Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю., Трошков А.А., Барканова Т.Б., Булатова Т.В., Царева В.А., Коробочка А.А., Марков С.Н.* Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ВНИРО. – М.: ВНИРО, 2005. – 48 с.

УДК 593.953(265.54)

**М.О. Чалиенко<sup>1</sup>, К.А. Турчинская<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Тихоокеанский научно-исследовательский  
рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),  
Владивосток, 690091;

<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет (ДФУ),  
Владивосток, 690091  
e-mail: yumbo@yandex.ru

### **ОСОБЕННОСТИ РОСТА НЕПРОМЫСЛОВЫХ ОСОБЕЙ СЕРОГО МОРСКОГО ЕЖА (*STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS*) У СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЯПОНСКОГО МОРЯ**

Проведена сравнительная характеристика особенностей роста непромысловых особей серого морского ежа в трех районах (бух. Ежовая – мыс Белая Скала, мыс Надежды, о. Скала Крейсер – мыс Лисученко), различающихся по размерной структуре скоплений и условиям питания. Возраст ежей определен по зонам роста на пластинках панцирей. Установлено, что на акваториях – бух. Ежовая – мыс Белая Скала и у мыса Надежды темпы роста ежей ниже, чем на участке о. Скала Крейсер – мыс Лисученко.

**Ключевые слова:** серый морской еж, *Strongylocentrotus intermedius*, рост, возраст, Японское море.

**M.O. Chalienko<sup>1</sup>, K.A. Turchinskaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),  
Vladivostok, 690091;

<sup>2</sup>Far Eastern Federal University (FEFU),  
Vladivostok, 690091  
e-mail: yumbo@yandex.ru

### **GROWTH OF NON-COMMERCIAL SIZE GREY SEA URCHIN (*STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS*) AT THE NORTHWEST COAST OF THE JAPAN SEA**

Comparative characteristic of growth of non-commercial size grey sea urchins was undertaken for three areas (Yezhevaya Bay – Belaya Scala Point, Nadezhdy Point, Skaly Kreyser Island – Lisuchenko Point), which differ in size structure of urchins and feeding conditions. The age of urchins was defined by zones of growth on the test plates. These results suggest that growth of sea urchins from two areas Yezhevaya Bay – Belaya Scala Point and Nadezhdy Point is less intensive than at the area Skaly Kreyser Island – Lisuchenko Point.

**Key words:** grey sea urchin, *Strongylocentrotus intermedius*, growth, age, Japan Sea.

Серый морской еж (*Strongylocentrotus intermedius*) является одним из наиболее коммерчески важных промысловых объектов прибрежных вод Японского моря. В водах Приморья основным районом добычи этого вида является обширная акватория от м. Поворотный до м. Золотой (северное Приморье). Вдоль побережья данного района обилие кормовой базы и гидрологические условия сильно различаются, что отражается на особенностях биологии вида. В ходе полевых работ на некоторых участках указанного района отмечены крупные локальные скопления мелкоразмерных ежей, наблюдаемые в течение ряда лет. Одно из предположений о возможных механизмах формирования этих скоплений заключается в том, что данные районы являются «ежовыми пустошами» [1], где происходит накопление мелкоразмерных особей за счет снижения темпов роста [2]. Ранее исследование роста ежей в этих районах не проводилось. Таким образом, настоящая работа посвящена изучению возрастного состава и особенностей роста непромысловых особей *S. intermedius* в районе от м. Поворотный до м. Гиляк.

**Материалы и методы.** Материал для исследования возрастного состава скоплений непромысловых *S. intermedius* был получен в ходе учетных водолазных съемок в 2015 и 2016 гг.



Рис. 1. Карта-схема районов сбора проб ежей на возраст

в летне-осенний период. Ежи собраны на трех участках: бух. Ежовая – м. Белая Скала, в районе м. Надежды и на участке о. Скала Крейсер – м. Лисученко, в прибрежной зоне от уреза воды до глубины 20 м (рис. 1). У собранных особей измеряли диаметр панциря с точностью до 1 мм. Непромысловыми считали *S. intermedius* размером менее 45 мм.

Индивидуальный возраст ежей определяли путем подсчета концентрических полос роста на всех пластинках интерамбул-красного ряда панцирей ежей. Обработка пластинок проводилась по методу Йенсен [3]. Фрагменты панциря с внешней стороны зашлифовывали и обжигали над пламенем

спиртовки. Затем пластинки помещали в спирт и просматривали под биноклем в отраженном свете. Объем обработанного материала приводится в табл. 1. Для анализа и статистической обработки данных использовались программы Statistica и Microsoft Excel. Карта-схема выполнена в ГИС MapInfo.

Таблица 1

Объем обработанного материала

Дата сбора	Район	Возрастной состав, кол-во экз.	Размерный состав, кол-во экз.
02.09.2015	бух. Ежовая – м. Белая Скала	89	484
14.09.2015	м. Надежды	35	202
23.08.2016	о. Скала Крейсер – м. Лисученко	69	102

### Результаты и обсуждение

Ранее исследователями было отмечено, что южная часть северного Приморья – от м. Поворотный до зал. Ольги подразделяется на два участка, резко отличающихся по размерному составу населяющих их морских ежей [4]. Установлено, что в районе от м. Поворотный до м. Островной преобладают промысловые особи, а на акватории от м. Туманный до зал. Ольги доминируют непромысловые животные. При этом подобная тенденция устойчиво повторяется на протяжении многих лет. Авторами было предположено, что одной из причин подобных различий может быть снижение темпов роста ежей в направлении от м. Поворотный до зал. Ольги. Для проверки данной гипотезы в настоящем исследовании в указанных выше районах собраны пробы на возраст. В скоплениях, где преобладают промысловые особи – от м. Поворотный до м. Островной, пробы были собраны на участке – о. Скала Крейсер – м. Лисученко. В районе, где доминируют непромысловые ежи – от м. Туманный до зал. Ольги – на участке бух. Ежовая – м. Белая Скала. Кроме того, изучение роста ежей проведено в северной части исследуемого района, на акватории у м. Надежды. Следует отметить, что на двух последних участках сбора проб ежегодно наблюдаются максимальные плотности поселения мелкогабаритных *S. intermedius*.

На участках бух. Ежовая – м. Белая Скала и у м. Надежды размерный состав поселений морских ежей имел полимодальный характер, со значительным преобладанием непромысловых части (рис. 2). В районе бух. Ежовая – м. Белая Скала доля непромысловых ежей в пробах составила 74%, средний размер – 35 мм (табл. 2). В размерном составе ежей выделялось три модальные группы: первая – 26–27 мм (8%), вторая – 31–33 мм (12%) и третья – 38–39 мм (8,3%) (рис. 2). На акватории у м. Надежды доля непромысловых части скопления была еще выше – 90%. Средний размер ежей здесь составлял 28 мм, модальные группы были представлены особями размером 12–13 мм (6%), 2–23 мм (15%), 28–33 мм (18,5%) и 38–41 мм (13,4%) (рис. 2). В отличие от первых двух районов на участке о. Скала Крейсер – м. Лисученко распределение размерных групп было унимодальным с модой 48–49 мм (12%), доля непромысловых ежей составляла всего 19%. Средний размер животных – 50 мм (табл. 2).

Таблица 2

Размерные характеристики *S. intermedius* в районах сбора проб на возраст

Район	Кол-во экз.	Среднее, мм	Минимум, мм	Максимум, мм	Стандартное отклонение	Ошибка среднего
бух. Ежовая – м. Белая Скала	484	35	9	67	13	0,6
м. Надежды	202	28	9	58	11	0,8
о. Скала Крейсер – м. Лисуценко	102	50	6	75	13	1,3

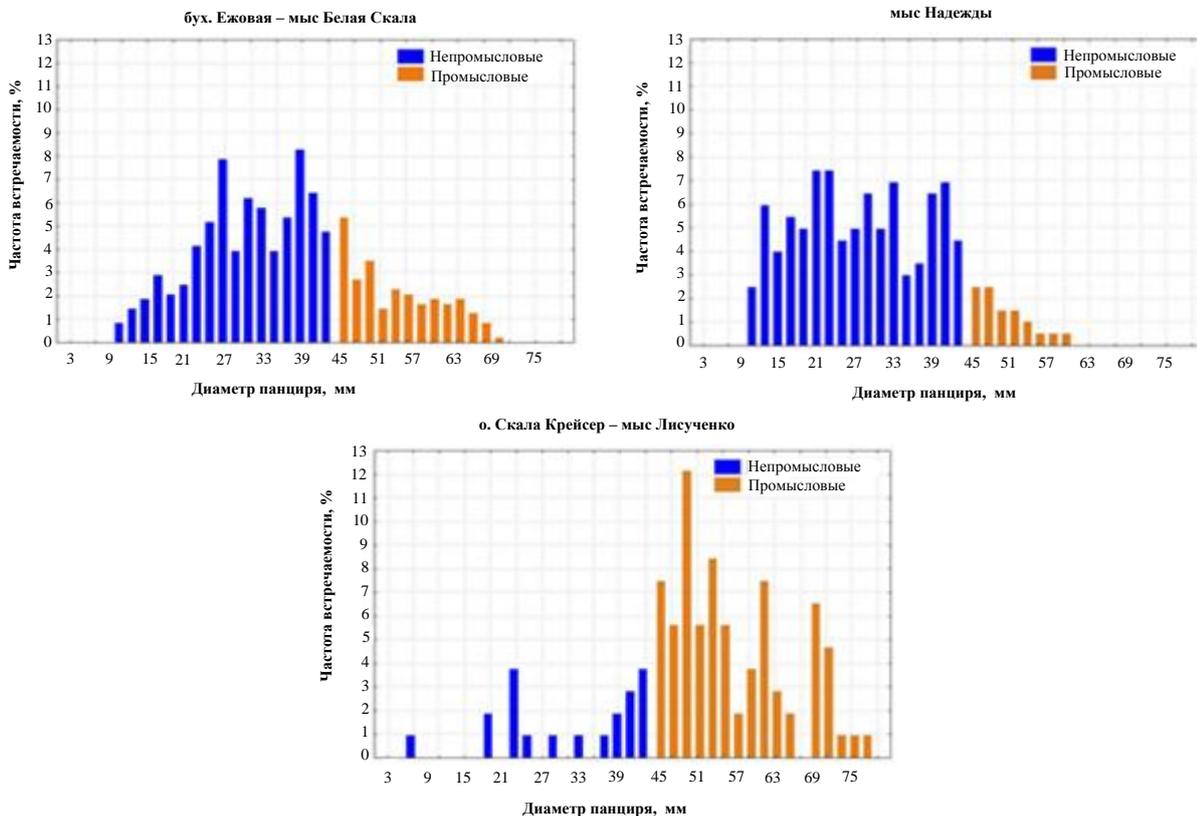


Рис. 2. Размерный состав *S. intermedius*

В районе о. Скала Крейсер – м. Лисуценко возраст ежей варьировал от полугода до четырех лет (табл. 3), возраст особей размером до 25 мм составлял от 0,5 до 2 лет, в основном около одного года (45%) (рис. 3). Промысловые животные размером около 45 мм (4 экз.) были представлены особями в возрасте от двух до четырех лет.

Таблица 3

Средний диаметр *S. intermedius* по возрастным группам в различных акваториях северного Приморья

Район	Возраст, лет	Диаметр, мм *								
	Кол-во экз.	меньше года	1	2	3	4	5	6	7	8
о. Скала Крейсер – м. Лисуценко	68	$\frac{21 \pm 0,6}{18-23}$	$\frac{25 \pm 1}{15-32}$	$\frac{33 \pm 1,6}{22-45}$	$\frac{38 \pm 1,3}{29-45}$	$\frac{44 \pm 0,5}{42-46}$	–	–	–	–
бух. Ежовая – м. Белая Скала	90	–	$\frac{14 \pm 2,5}{11-16}$	25	$\frac{28 \pm 1,4}{18-38}$	$\frac{31 \pm 1,2}{19-45}$	$\frac{38 \pm 1}{27-45}$	$\frac{39 \pm 1}{37-42}$	32	–
м. Надежды	35	–	–	13	27	$\frac{27 \pm 7}{19-35}$	$\frac{33 \pm 1,3}{25-39}$	$\frac{31 \pm 6,5}{21-40}$	$\frac{33 \pm 5}{27-42}$	43

\* значения представлены в виде среднего и его ошибки (над чертой) и пределов изменчивости (под чертой)

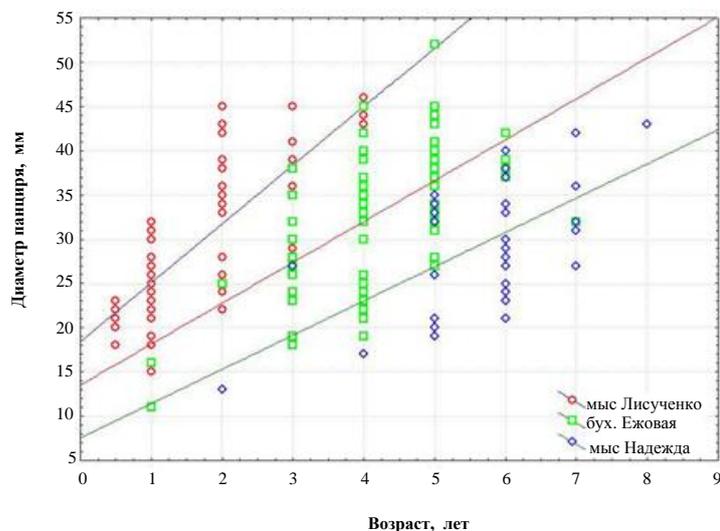


Рис. 3. Зависимость величины диаметра панциря непромысловых серых морских ежей от возраста

На акватории от бух. Ежовая до м. Белая Скала возраст ежей варьировал от одного года до семи лет, особи размером до 25 мм имели возраст от одного года до четырех лет, в основном четыре года (57%). В пробе было отмечено всего три экземпляра промысловых размеров, один в возрасте четырех лет и два в возрасте пяти лет.

В районе м. Надежды были отмечены непромысловые ежи в возрасте от двух до восьми лет, животные размером до 25 мм были в возрасте от двух до шести лет, преобладали особи в возрасте пяти лет (44%). Ежи промысловых размеров в выборках не попадались, вероятно, большинство животных в данном районе промысловых размеров не достигает.

Таким образом, из приведенных выше данных можно заключить, что морские ежи, обитающие в районе м. Надежды и на акватории от бух. Ежовая до м. Белая Скала, растут медленнее, чем в районе о. Скала Крейсер – м. Лисученко и достигают меньших предельных размеров, при этом самые низкие темпы роста зафиксированы у животных, обитающих в самом северном районе – на акватории у м. Надежды. Полученные результаты свидетельствуют о том, что накопление мелкомерных особей в районах бух. Ежовая – м. Белая Скала и у м. Надежды, где отмечены постоянно высокие плотности непромысловых ежей, происходит в связи со снижением темпов их роста.

Обнаруженная пространственная дифференциация темпов роста ежей может быть обусловлена различиями в обеспеченности пищей и жизненным пространством, температурных и гидродинамических условиях. Анализ видового состава и площади водорослевого покрытия на исследуемых акваториях в 2015 г. показал, что район у м. Надежды характеризуется скудной растительностью [5]. Для участка характерна узкая полоса твердых грунтов, глыбы и валуны располагаются до глубины 3–4 м, затем идет песок. Значительно преобладают корковые и известковые водоросли, бурые водоросли практически отсутствуют. В районе бух. Ежовая также преобладают корковые водоросли (35%), но были отмечены красные (20%) и известковые (15%). В отличие от предыдущих районов на участке о. Скала Крейсер – м. Лисученко наблюдались довольно крупные площади, занятые бурными водорослями (30%) – ламинарией первого и второго годов вегетации, способствующей соматическому и гонадному росту морских ежей. Таким образом, район о. Скала Крейсер – м. Лисученко в сравнении с остальными акваториями наиболее благоприятен по трофическим условиям.

Что касается влияния гидродинамики на рост ежей, то отмечено, что в зонах с повышенным волновым воздействием животным приходится тратить больше энергии на поддержание жизненных функций, что сказывается на темпах их роста [6]. В отличие от более северных акваторий, где в основном распространены открытые скалистые берега, район от о. Скала Крейсер до м. Лисученко характеризуется значительной изрезанностью береговой линии, наличием бухт, в которые впадают небольшие ручьи. На участках бух. Ежовая – м. Белая Скала, а также у м. Надежды побережье, наоборот, обрывисто и открыто ветрам и волновому воздействию [7].

По температурным условиям побережье от м. Поворотный до м. Золотой условно подразделяется на три участка: южный (м. Поворотный – зал. Ольги), центральный (о. Чихачева – м. Белкина) и северный (м. Белкина – м. Золотой). Акватория от о. Скала Крейсер до м. Лисученко относится к южному подрайону, где наблюдается наибольшая по северному Приморью сумма градусодней в году, а также самая короткая гидрологическая зима, в летний период вода в этом районе прогревается до 19–20°C [8]. Участок бух. Ежовая – м. Белая Скала также относится к южному подрайону, однако он расположен севернее от района о. Скала Крейсер – м. Лисученко, а район у м. Надежды входит в центральный подрайон, где максимальные температуры воды летом ниже и составляют около 16–18°C. Оптимальный температурный диапазон (летние температуры) для *S. intermedius* – от 10–12 до 20–23°C [6]. Как видно из приведенных выше материалов, во всех исследуемых акваториях температурные условия для обитания серого ежа вполне умеренные, однако можно предположить, что более длительный период положительных температур на акватории о. Скала Крейсер – м. Лисученко должен способствовать лучшему росту молодки *S. intrermedius*.

Помимо вышеперечисленных природных факторов усиливать накопление мелкоразмерных ежей может и промысел, т. к. в процессе добычи выбираются крупные промысловые особи.

### Заключение

Таким образом, анализ возрастного состава промысловых *S. intermedius* показал, что в двух районах с наиболее высокой плотностью промысловых ежей: бух. Ежовая – м. Белая Скала и на акватории у мыса Надежды темпы роста животных ниже, чем на участке о. Скала Крейсер – м. Лисученко, где в основном встречаются промысловые особи. Предположительно в районах бух. Ежовая – м. Белая Скала и у м. Надежды крупные скопления промысловых ежей образуются за счет накопления тугорослых особей. Снижение темпов роста животных в исследуемых районах в большей степени обусловлено неблагоприятными условиями питания, также в некоторой мере угнетающее воздействие на рост ежей может оказывать высокая степень гидродинамического воздействия и более короткий период положительных температур в летнее время.

### Литература

1. Nabata S., Abe E., Kakiuchi M. On the «isoyake» condition in Taise-Cho, southwestern Hokkaido // Sci. Rep. Hokk. Fish. Exp. St. – 1992. – Vol. 38. – P. 1–14.
2. Брегман Ю.Э. К изучению популяционной структуры и роста серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) у северо-западного побережья Японского моря // Известия ТИНРО, 2000. – Т. 127. – С. 397–415.
3. Jensen M. Age determination of echinoides // Sarsia. – 1969. – Vol. 37. – P. 41–44.
4. Борисовец Е.Э., Брегман Ю.Э., Викторовская Г.И., Калинина М.В. Биология серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) северо-западного побережья Японского моря // Известия ТИНРО. – 2000. – Т. 127. – С. 416–439.
5. Кулепанов В.Н., Жильцова Л.В., Шепель Н.А. Состояние запасов морских ежей и массовых видов макрофитов в прибрежье Приморья: Отчет о НИР (годовой). ТИНРО. – № 27487. – Владивосток, 2013. – 205 с.
6. Бажин А.Г., Степанов В.Г. Морские ежи семейства Strongylocentrotidae морей России. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. – 196 с.
7. Лоция Северо-Западного берега Японского моря – от реки Туманная до мыса Белкина. № 1401. ГУНиО МО РФ. – 1996. – 360 с.
8. Викторовская Г.И., Матвеев В.И. Связь сроков размножения морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* с температурой воды у побережья северного Приморья // Океанология. – 2000. – Т. 40. – № 1. – С. 79–84.

Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова

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

*Материалы*

*VIII Всероссийской научно-практической конференции,  
посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке  
(12–14 апреля 2017 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 05.04.2017 г.  
Формат 61\*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 22,56. Уч.-изд. л. 22,92. Усл. печ. л. 23,48  
Тираж 200 экз. Заказ № 8

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35

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

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

*Материалы  
VIII Всероссийской научно-практической конференции,  
посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке*

*(12–14 апреля 2017 г.)*

***Часть II***



Петропавловск-Камчатский  
2017

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск  
доктор биологических наук  
*Н.Г. Клочкова*

Редакционная коллегия

*В.И. Карпенко, д.б.н.; О.А. Белов, к.т.н.; А.А. Бонк, к.б.н.;  
М.В. Ефимова, к.б.н.; Г.А. Лазарев, к.с.-х.н., Н.С. Салтанова, к.т.н.;  
Н.А. Ступникова, к.б.н.; Л.М. Хорошман, к.г.н.;  
М.П. Гузь, специалист по НТИ ОНИ*

П77 **Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование** : материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.) : в 2 ч. / отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Ч. II. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2017. – 146 с.

ISBN 978-5-328-00364-3  
ISBN 978-5-328-00366-7 (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 978-5-328-00366-7 (ч. II)  
ISBN 978-5-328-00364-3

© КамчатГТУ, 2017  
© Авторы, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА, ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

<b>Ахмедов И.М., Наумов В.А.</b> Задачи равновесия сферического тела, закрепленного на нити в водоеме.....	5
<b>Белавина О.А., Швецов В.А., Шунькин Д.В., Щелканова Л.М.</b> Совершенствование контроля качества операции смешения компонентов шихты в пробирном анализе.....	10
<b>Костенко А.В., Голубенко М.М., Эстрин С.О.</b> Получение моторных топлив из газоконденсата .....	12
<b>Костенко А.В., Холенко А.С., Змерзлов М.И.</b> Повышение дебита нефтяных скважин при помощи гидравлического разрыва пласта .....	15
<b>Наумов В.А., Алиева А.Х., Сысоева П.С.</b> Обработка массивов ежедневной информации об уровнях реки Камчатки с применением компьютерных технологий.....	18
<b>Наумов В.А., Сулейманов С.Н.</b> Расчет осаждения на дне водотока слоя взвешенных примесей из точечного источника.....	22
<b>Недоступ А.А., Ражев А.О.</b> Математическая модель траловой доски для задач численного моделирования разноглубинной траловой системы методами точечных масс и расщепления в динамике.....	28
<b>Ражев А.О., Недоступ А.А.</b> О верификации математической модели траловой доски для задач численного моделирования разноглубинной траловой системы.....	32
<b>Швецов В.А.</b> Совершенствование аналитического контроля поиска и разведки золоторудных месторождений Камчатского края.....	37
<b>Швецов В.А., Белавина О.А., Иванова А.П., Гузь М.П.</b> Определение восстановительной способности руд золотосодержащих месторождений Камчатского края .....	39
<b>Шунькин Д.В., Швецов В.А., Чичева В.П., Белавина О.А.</b> Использование метода варьирования массы навесок в пробирном анализе кварц-сульфидных золотосодержащих руд .....	42

### Секция 3. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Агеев О.В., Фатыхов Ю.А., Самойлова Н.В.</b> Разработка мехатронного устройства для резки рыбного филе на ломтики .....	45
<b>Аллерт А.А., Альшевская М.Н.</b> Исследование влияния овощных масс на качество и жизнеспособность хлебопекарных дрожжей при производстве хлебобулочных изделий функционального назначения .....	50
<b>Благонравова М.В., Кузьмина А.Э.</b> Перспективы использования растительного сырья Камчатского края при производстве карамели .....	53
<b>Ефимов А.А., Ефимова М.В., Кузьмичев Ю.В., Урушадзе Д.С.</b> Влияние обработки озоном на микробиологические показатели икры лососевой зернистой ....	57
<b>Жукова Е.С., Альшевская М.Н., Воробьев В.И.</b> Изучение аминокислотного состава вкусоароматической добавки из кильки балтийской .....	62
<b>Мищенко О.В., Салтанова Н.С.</b> Использование отвара бурых водорослей при производстве хлебобулочных изделий .....	66

<b>Попкова Д.В., Анохина О.Н.</b> Возможность использования чечевицы в производстве мясного хлеба .....	70
<b>Разгуляева О.И., Мезенова О.Я.</b> Микробиологические аспекты безопасности геродиетического кисломолочного напитка «БИОМИКС» .....	73

#### **Секция 4. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

<b>Бровкин А.Е., Потапов В.В., Хорошман Л.М., Власова И.М.</b> Основные факторы, влияющие на состав и объемы поверхностных сточных вод, поступающих в озеро Култучное города Петропавловска-Камчатского .....	79
<b>Бугранова О.С., Цупикова Н.А., Костыря Ю.С.</b> Оценка экологического состояния западной части пруда Форелевого (г. Калининград) в 2015–2016 гг. ....	84
<b>Горбачева Е.А.</b> Оценка токсичности донных отложений на разрезе «Кольский меридиан» (Баренцево море) методом биотестирования .....	89
<b>Климовский Н.В., Мохова О.Н., Чернова В.Г., Каргин М.В.</b> Распределение загрязняющих веществ в водах Белого моря.....	93
<b>Коростелев С.Г.</b> Проблемы рационального использования водных биоресурсов в современных условиях .....	97
<b>Кривопускова Е.В., Соколов А.В.</b> Оценка удержания биогенных веществ водосборным бассейном озера Виштынецкого (в пределах Калининградской области) .....	100
<b>Ляндзберг Р.А.</b> Какой радионуклид опаснее: стронций-90 или цезий-137? .....	105
<b>Ненашева Е.М.</b> Изучение фауны пауков (Arachnida: Aranei) особо охраняемых природных территорий Камчатки как этап понимания современного состояния биологического разнообразия эталонных природных комплексов региона.....	108
<b>Петракова И.В.</b> Мониторинг загрязнения морских вод и донных отложений бенз(а)пиреном в зонах интенсивной хозяйственной деятельности Белого моря.....	113
<b>Ступникова Н.А., Шувев В.В.</b> Опыт применения геоинформационных систем в Камчатском крае для охраны рыбных ресурсов .....	116
<b>Уманский С.А., Буйняченко П.П., Уманский А.С.</b> Современное экологическое состояние бассейна реки Гурьевка.....	120
<b>Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А.</b> Природные ресурсы и климатические условия Приморского края с точки зрения строительного производства .....	125
<b>Хорошман Л.М., Лазарев Г.А., Власова И.М.</b> Камчатский край как природно-уникальный регион России .....	129
<b>Цупикова Н.А., Берникова Т.А., Блоцкая Е.Н., Рябцева Е.А.</b> Экологическое состояние системы прудов Верхнего и Нижнего (г. Калининград) как рекреационного объекта внутри урбанизированной территории .....	134
<b>Цупикова Н.А., Лоцицкая Е.А.</b> Влияние рекреационной нагрузки на экологическое состояние пруда Пелавского (г. Калининград) в 2016 г. ....	139
Список организаций – участников конференции и их адреса .....	144

**Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА,  
ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

УДК 556.5:004.9

**И.М. Ахмедов, В.А. Наумов**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: van-old@mail.ru*

**ЗАДАЧИ РАВНОВЕСИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ТЕЛА,  
ЗАКРЕПЛЕННОГО НА НИТИ В ВОДОЕМЕ**

Рассмотрены задачи равновесия сферического твердого тела в воде, закрепленного на сравнительно короткой нити, нейтральной плавучести. Так что силой тяжести и гидродинамическим сопротивлением самой нити по сравнению с силами, действующими на тело, можно пренебречь. Найдена зависимость высоты части сферы, находящейся над неподвижной водой, от отношения плотностей. Установлено, что тангенс угла наклона нити, на которой закреплена сфера в толще воды, обратно пропорционален величине модифицированного числа Фруда. Предложен новый критерий подобия, по величине которого можно определить, будет ли сферическое тело полностью погружено в воду. Получена формула, позволяющая оценить необходимую для этого скорость потока.

**Ключевые слова:** сферическое тело, водоток, тонкая нить, гидродинамическое сопротивление, задачи равновесия, критерии подобия.

**I.M. Ahmedov, V.A. Naumov**

*Kaliningrad State Technical University»,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: van-old@mail.ru*

**BALANCE TASKS OF A SPHERICAL BODY MOUNTED ON THE THREAD  
IN THE RESERVOIR**

The spherical solids balance tasks in the water, fixed on a relatively short thread, neutral buoyancy are resolved. Gravity and hydrodynamic drag of the filament compared to the forces acting on a body can be neglected. The height of the sphere is located above the still water dependence on the ratio of the densities is found. It is found that the tangent of the thread angle on which the field is fixed in the water is inversely proportional to the value of the modified Froude number. A new similarity criterion is proposed. According to the magnitude criterion, one can determine whether a spherical body is completely submerged in water. The formula allowing to estimate the required flow rate is obtained.

**Key words:** spherical body, watercourse, thin thread, hydrodynamic drag, equilibrium problems, similarity criteria.

Модель твердого тела, закрепленного на гибкой нити в потоке воды, широко используется при решении инженерных проблем. В различных задачах твердое тело может быть сферической или более сложной формы. Так, к деталям оснастки орудий рыболовства, имеющим форму шара, относятся: поплавки, кухтылы, буи и бобинцы [1]. Речные плавучие знаки навигационного оборудования (буи) имеют, как правило, цилиндрическую или коническую форму [2]. В опубликованных работах [3–8] с задачами равновесия твердого тела, закрепленного в потоке, важнейшим элементом исследования было влияние на решение силы тяжести каната (троса) и силы гидродинамического сопротивления воды, действующей на него. Такой подход справедлив, когда канат имеет плотность, значительно отличающуюся от плотности воды,

и длину, многократно превышающую размеры тела. В данной статье рассмотрен случай твердого тела на сравнительно короткой нити, нейтральной плавучести. Так что силой тяжести и гидродинамическим сопротивлением самой нити по сравнению с силами, действующими на тело, можно пренебречь.

### Задача 1

Однородная сфера радиусом  $r_0$  плотностью  $\rho$  находится в равновесии в водоеме с неподвижной водой плотностью  $\rho_f$  (рис. 1, а). Исследовать влияние отношения плотностей на высоту  $h$  части сферы, находящейся над водой.

Объем шарового сегмента (части сферы выше поверхности воды)

$$V_1 = \pi \cdot h \cdot (3r^2 + h^2) / 6. \quad (1)$$

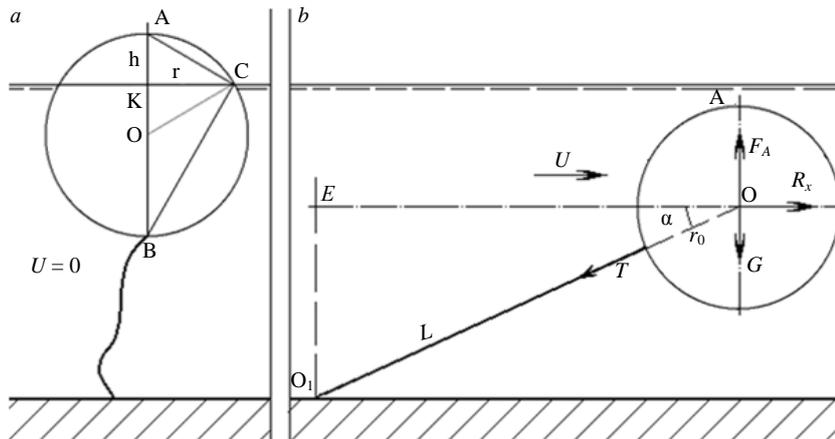


Рис. 1. Равновесие сферического тела в водоеме:  
а – в неподвижной воде; б – в водотоке при большой скорости  $U$

Из подобия треугольников ВСК и АСК

$$\frac{|KC|}{|KA|} = \frac{|KB|}{|KC|} \text{ или } \frac{r}{h} = \frac{2r_0 - h}{r}. \quad (2)$$

Из (2) следует

$$r^2 = h \cdot (2r_0 - h). \quad (3)$$

Подставляя (3) в (1), получим

$$V_1 = \pi \cdot (6h^2 r_0 - 2h^3) / 6 = \pi \cdot (3h^2 r_0 - h^3) / 3. \quad (4)$$

Объем части сферы, находящейся в воде,

$$V_2 = \frac{4\pi}{3} r_0^3 - \frac{\pi}{3} \cdot (3h^2 r_0 - h^3) = \frac{\pi}{3} \cdot (4r_0^3 - 3h^2 r_0 + h^3). \quad (5)$$

Силу Архимеда, равную весу объема воды, вытесненного телом ( $F_A = V_2 \rho_f$ ), приравниваем к весу сферы  $G$

$$F_A = G \text{ или } \frac{\pi}{3} \cdot (4r_0^3 - 3h^2 r_0 + h^3) \cdot \rho_f = \frac{4\pi}{3} r_0^3 \rho. \quad (6)$$

В (6) перенесем все слагаемые в левую часть уравнения, разделим обе части уравнения на  $4\pi r_0^3 \rho_f / 3$  и получим уравнение в безразмерных переменных

$$f(\eta) = \eta^3 - 3\eta^2 + 4 - \frac{4}{\lambda} = 0; \quad \eta = \frac{h}{r_0}; \quad \lambda = \frac{\rho_f}{\rho}. \quad (7)$$

По (7) критерием подобия задачи 1 является отношение плотностей  $\lambda$ .

Алгебраическое уравнение 3-го порядка (7) решим численным методом в среде Mathcad [9] при  $\rho_f = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$ ;  $\lambda = 1,429$ . На рис. 2, а видно, уравнение (7) имеет 3 действительных корня. Проведем отделение корней. Интервалы, содержащие по одному корню:  $(-1; 0)$ ,  $(0; 1)$ ,  $(2; 3)$ . Но физическому смыслу задачи соответствует только один из них, принадлежащий интервалу  $(0; 1)$ :  $\eta_0 = 0,727$ .

Решение кубических уравнений может быть найдено и одним из аналитических методов [10]. Но приведенное численное решение проще.

Исследуем влияние отношения плотностей на решение в среде Mathcad:

$$i := 1..300 \quad \lambda_i := 1 + 0.1 \cdot i$$

$$\eta_{0i} := \text{root} \left( \eta^3 - 3 \cdot \eta^2 + 4 - \frac{4}{\lambda_i}, \eta, 0, 1 \right).$$

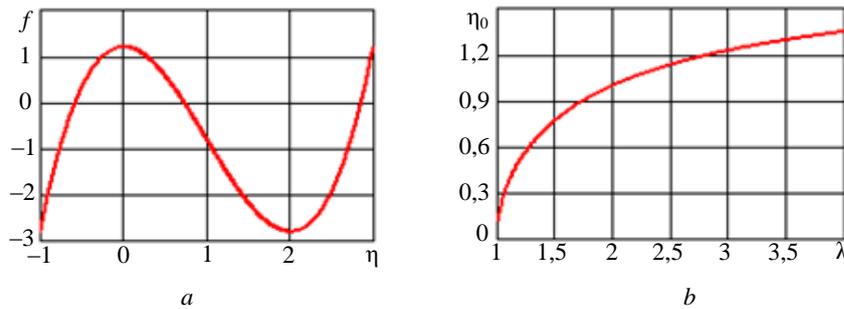


Рис. 2. Решение уравнения равновесия сферы в неподвижной воде:  
а – отделение корней; б – зависимость безразмерной высоты от отношения плотностей

Рис. 2, б показывает, как увеличивается безразмерная высота части сферы, находящейся над водой, с ростом отношения плотностей, т. е. с уменьшением плотности тела.

## Задача 2

Однородная сфера радиусом  $r_0$  плотностью  $\rho < \rho_f$  закреплена на тонкой нити с нейтральной плавучестью в потоке воды скоростью  $U$  (см. рис. 1, б). Гидродинамическим сопротивлением нити можно пренебречь. Исследовать влияние параметров задачи на угол  $\alpha$ .

Уравнения равновесия для сходящейся системы сил, действующих на твердое тело:

$$R_x = T \cdot \cos \alpha, \quad F_A - G = T \cdot \sin \alpha, \quad (8)$$

где величины сил  $T$  – натяжения;  $G$  – тяжести;  $R_x$  – гидродинамического сопротивления;  $F_A$  – Архимеда находим по формулам ( $g$  – ускорение свободного падения):

$$R_x = 0,5 C_x \cdot \pi \cdot r_0^2 \rho_f \cdot U^2, \quad F_A - G = \frac{4}{3} \pi \cdot r_0^3 (\rho_f - \rho) \cdot g, \quad (9)$$

$$T = \sqrt{R_x^2 + (F_A - G)^2}. \quad (10)$$

Считаем, что числа Рейнольдса сферы достаточно велики, область гидродинамического сопротивления – квадратичная,  $C_x = 0,44 = \text{const}$  [4, 5].

Тангенс искомого угла

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{F_A - G}{R_x} = \frac{8 \cdot \pi \cdot r_0^3 (\rho_f - \rho) \cdot g}{3C_x \cdot \pi \cdot r_0^2 \rho_f \cdot U^2} = \frac{8 \cdot r_0 (\lambda - 1) \cdot g}{3C_x \cdot U^2} = \frac{3,03}{Fr_M}, \quad (11)$$

$$Fr_M = Fr / (\lambda - 1), \quad Fr = U^2 / (d \cdot g),$$

где  $d$  – диаметр сферы,  $Fr$  – число Фруда,  $Fr_M$  – модифицированное число Фруда [11].

По (11) критерием подобия задачи 2 является модифицированное число Фруда: чем больше величина  $Fr_M$ , тем меньше угол  $\alpha$ .

### Задача 3

В условиях задачи 2 известна глубина водотока  $H$  и длина нити  $L \geq H - 2r_0$ . Найти, какой должна быть скорость, чтобы сфера оставалась полностью в воде, пренебрегая изменением силы гидродинамического сопротивления при приближении к поверхности.

Пусть сфера касается водной поверхности (точка  $A$  на рис. 1,  $b$  находится на поверхности воды). В указанном положении угол может быть найден из прямоугольного треугольника  $OEO_1$ :

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{H - r_0}{\sqrt{(L + r_0)^2 - (H - r_0)^2}} = \frac{1}{\sqrt{\theta^2 - 1}}, \quad \theta = \frac{L + r_0}{H - r_0} \geq 1. \quad (12)$$

Приравнивая выражения (11) и (12), получим

$$Fr_M = 3,03 \cdot \sqrt{\theta^2 - 1}. \quad (13)$$

Из физических соображений понятно, чтобы сфера не касалась поверхности воды, скорость должна быть большей, чем по формуле (13). Получаем неравенство

$$Fr_M > \varphi(\theta) = 3,03 \cdot \sqrt{\theta^2 - 1}. \quad (14)$$

На первый взгляд, по (14) задача 3 имеет 2 критерия подобия ( $Fr_M$  и  $\theta$ ). В действительности, и в задаче 3 один критерий подобия, который обозначим  $Ah$ . Это становится ясно, если преобразовать неравенство (14):

$$Ah = Fr_M / \sqrt{\theta^2 - 1} > 3,03. \quad (15)$$

Подставляя в (14) выражение для  $Fr_M$ , запишем неравенство для скорости

$$U > \sqrt{\varphi(\theta) \cdot (\lambda - 1) \cdot g \cdot d}. \quad (16)$$

На рис. 3 показаны рассчитанные по (16) граничные скорости полного погружения сферического тела, закрепленного на нити в водотоке. С увеличением  $\theta$ ,  $\lambda$ ,  $d$  такая скорость растёт. Условия полного погружения для каждого набора параметров выполняются выше соответствующей линии.

Покажем, как воспользоваться решением задачи 3 при следующих данных:  $r_0 = 0,1$  м;  $\rho_f = 1000$  кг/м<sup>3</sup>;  $\rho = 700$  кг/м<sup>3</sup>;  $H = 0,9$  м;  $L = 1,3$  м. Рассчитаем параметры:

$$\lambda = \rho_f / \rho = 1000/700 = 1,429;$$

$$\theta = (L + r_0) / (H - r_0) = 1,4 / 0,8 = 1,75;$$

$$\varphi(\theta) = 3,03 \cdot \sqrt{\theta^2 - 1} = 3,03 \cdot \sqrt{1,75^2 - 1} = 4,352;$$

$$U_{cp} = \sqrt{\varphi(\theta) \cdot (\lambda - 1) \cdot g \cdot d} = \sqrt{4,352 \cdot (1,429 - 1) \cdot 9,81 \cdot 0,2} = 1,912 \text{ м/с}.$$

Если скорость потока  $U > U_{cp}$ , сфера будет полностью погружена в воду. При  $U < U_{cp}$  часть сферы будет находиться выше уровня воды.

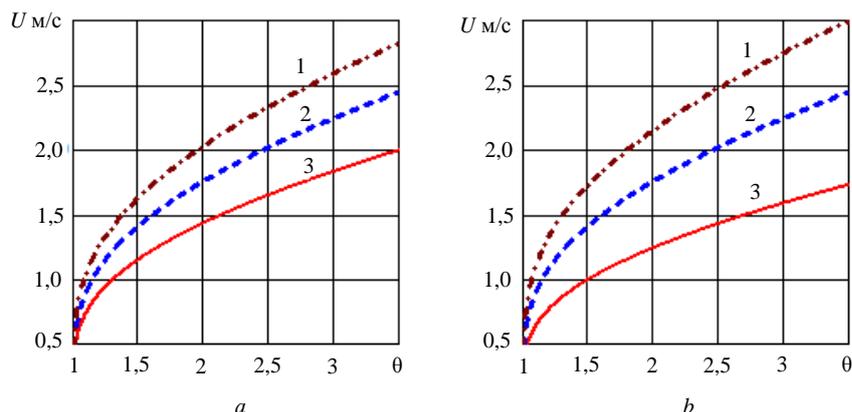


Рис. 3. Граничные скорости полного погружения сферического тела в водотоке.  
 а – при  $\lambda = 1,4$  и различных диаметрах: 1 –  $d = 0,1$  м; 2 –  $d = 0,15$  м; 3 –  $d = 0,2$  м;  
 б – при  $d = 0,15$  м и различных значениях  $\lambda$ : 1 –  $\lambda = 1,2$ ; 2 –  $\lambda = 1,4$ ; 3 –  $\lambda = 1,6$

Следующим шагом мог бы быть расчет высоты части сферического тела над поверхностью воды. Однако в рамках рассматриваемых, достаточно простых моделей такое решение будет только оценивать порядок величин. Дело в том, что уже в задачах 2 и 3 были использованы упрощенные модели явления: в задаче 2 было принято приближение постоянства скорости потока по глубине, в задаче 3 не учтено изменение силы гидродинамического сопротивления сферы при ее приближении к поверхности. Чтобы рассчитать силу гидродинамического сопротивления сферического тела, частично погруженного в воду, придется использовать более сложные модели, что не входит в задачи данной статьи.

Таким образом, с помощью достаточно простых моделей удалось рассчитать параметры сферического тела с положительной плавучестью, закрепленного в потоке воды на тонкой невесомой нити. Установлено, что тангенс угла наклона нити, на которой закреплена сфера в толще воды, обратно пропорционален величине модифицированного числа Фруда. Предложен новый критерий подобия, по величине которого можно определить, будет ли сферическое тело полностью погружено в воду.

### Литература

1. Недоступ А.А. Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Моногр. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. – 280 с.
2. Водные пути и гидротехнические сооружения: Учеб. / Г.Л. Гладков, М.В. Журавлев, А.В. Москаль и др. – СПб.: Изд-во СПГУВК, 2011. – 440 с.
3. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити: Моногр. – М.: Наука, 1980. – 240 с.
4. Розенштейн М.М. Механика орудий рыболовства: Учеб. пособие. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2000. – 364 с.
5. Наумов В.А., Агиевич Н.А. Численное решение краевой задачи о равновесии сферического тела на тросах в однородном потоке // Известия КГТУ. – 2013. – № 31. – С. 58–63.
6. Наумов В.А., Рожков А.А. Влияние профиля скорости водотока на равновесие тела, закрепленного тросом на дне // Комплексное использование водных объектов Калининградской области: Сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2013. – С. 93–98.
7. Наумов В.А., Ахмедов И.М. Численный метод решения трехмерной задачи равновесия сферического тела на тросе в потоке // Известия КГТУ. – 2015. – № 37. – С. 63–72.
8. Наумов В.А., Ахмедов И.М. Пространственная задача равновесия сферического тела, закрепленного канатом на дне, в потоке // III Балтийский морской форум: Материалы Междунар. морского форума. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2015. – С. 591–598.
9. Наумов В.А. Прикладная математика: Учеб. пособие по решению профессиональных задач в среде Mathcad для студентов вузов, обучающихся в магистратуре. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2014. – 144 с.
10. Веткос И.Г. Новый метод решения кубических уравнений с рациональными корнями // Молодежный научно-технический вестник: Электронный журнал. – 2016. – № 9. – URL: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/848730.html>
11. Наумов В.А. Динамика дисперсных частиц в вязкой среде: Моногр. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2016. – 194 с.

УДК 552.08:666.1.022.4

О.А. Белавина<sup>1</sup>, В.А. Швецов<sup>1</sup>, Д.В. Шунькин<sup>1</sup>, Л.М. Щелканова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003;

<sup>2</sup>ОАО «Камчатгеология»,  
Петропавловск-Камчатский, 683016  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОПЕРАЦИИ СМЕШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ШИХТЫ В ПРОБИРНОМ АНАЛИЗЕ

В статье предложено усовершенствовать способ контроля качества смешения материала аналитической навески и компонентов шихты, используя результаты холостых опытов, выполненных в рутинном анализе, при этом одновременно контролируется качество капелей.

**Ключевые слова:** пробирный анализ, операция смешения, качество капелей.

O.A. Belavina<sup>1</sup>, V.A. Shvetsov<sup>1</sup>, D.V. Shunkin<sup>1</sup>, L.M. Shchelkanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;

<sup>2</sup>JSC «Kamchatgeology»,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683016  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

## IMPROVING THE QUALITY CONTROL OF MIXING OPERATIONS OF BATCH COMPONENTS IN THE ASSAY ANALYSIS

The paper proposes to improve the method of quality control of mixing the analytical sample material and batch components using the results of dummy experiments made in routine analysis. In addition simultaneously the cupel quality is controlled.

**Key words:** assay test, operation of mixing, quality of cupels.

Разведка и разработка золоторудных месторождений – приоритетное направление экономики Камчатского края. При этом пробирный анализ по-прежнему остается основным методом определения золота и серебра в рудах и продуктах их переработки. Известно [1], что точность результатов пробирного анализа зависит от качества перемешивания компонентов шихты и материала аналитической навески. Качество операции смешения навески с шихтой визуально оценивают по однородности цвета гомогенной смеси материала пробы и реактивов. В работе [2] предлагается использовать для контроля качества смешения результаты холостого опыта. Авторы усовершенствовали этот способ и использовали его при разведке месторождения «Кумроч». Для этого использовали представительную выборку холостых опытов, выполненных в рутинном анализе. Результаты холостых опытов подвергли математико-статистической обработке, согласно рекомендациям [3, 4], и привели их в таблице.

Таблица

Результаты холостых опытов

№ п/п	Масса Pb <sub>i</sub> , г	Σ Au+Ag, C <sub>i</sub> , мг	Pb		Σ Au+Ag	
			Pb <sub>i</sub> – Pb <sub>сп</sub>	(Pb <sub>i</sub> – Pb <sub>сп</sub> ) <sup>2</sup>	C <sub>i</sub> – C <sub>сп</sub>	(C <sub>i</sub> – C <sub>сп</sub> ) <sup>2</sup>
1	27,5	0,331	1,3	1,69	-0,112	0,012544
2	25,0	0,320	-1,2	1,44	-0,123	0,015129

№ п/п	Масса Pb <sub>i</sub> , г	Σ Au+Ag, C <sub>i</sub> , мг	Pb		Σ Au+Ag	
			Pb <sub>i</sub> - Pb <sub>ср</sub>	(Pb <sub>i</sub> - Pb <sub>ср</sub> ) <sup>2</sup>	C <sub>i</sub> - C <sub>ср</sub>	(C <sub>i</sub> - C <sub>ср</sub> ) <sup>2</sup>
3	27,5	0,330	1,3	1,69	-0,113	0,012769
4	24,0	0,340	-2,2	4,84	-0,103	0,010609
5	26,5	0,300	0,3	0,09	-0,143	0,020449
6	24,5	0,315	-1,7	2,89	-0,128	0,016384
7	23,0	0,333	-3,2	10,24	-0,11	0,012100
8	26,5	0,481	0,3	0,09	0,038	0,001444
9	27,5	0,472	1,3	1,69	0,029	0,000841
10	28,5	0,502	2,3	5,29	0,059	0,003481
11	28,0	0,506	1,8	3,24	0,063	0,003969
12	28,5	0,547	2,3	5,29	0,104	0,010816
13	26,5	0,504	0,3	0,09	0,061	0,003721
14	29,0	0,479	2,8	7,84	0,036	0,001296
15	28,0	0,491	1,8	3,24	0,048	0,002304
16	28,0	0,490	1,8	3,24	0,047	0,002209
17	27,0	0,489	0,8	0,64	0,046	0,002116
18	28,5	0,524	2,3	5,29	0,081	0,006561
19	28,5	0,47	2,3	5,29	0,027	0,000729
20	27,0	0,467	0,8	0,64	0,024	0,000576
21	25,5	0,442	-0,7	0,49	-0,001	0,000001
22	29,5	0,488	3,3	10,89	0,045	0,002025
23	28,5	0,490	2,3	5,29	0,047	0,002209
24	25,0	0,496	-1,2	1,44	0,053	0,002809
25	29,5	0,514	3,3	10,89	0,071	0,005041
26	29,0	0,518	2,8	7,84	0,075	0,005625
27	24,0	0,435	-2,2	4,84	-0,008	0,000064
28	24,0	0,440	-2,2	4,84	-0,003	0,000009
29	26,5	0,467	0,3	0,09	0,024	0,000576
30	26,0	0,480	-0,2	0,04	0,037	0,001369
Σ	807,0	13,461	21,0	111,40	0,171	0,159776
Среднее значение	26,9	0,443				
Дисперсия	3,84	0,005509				
Стандартное отклонение	1,96	0,074226				
Коэффициент вариации, %	7,3	16,8				

Из результатов исследования следует, что предлагаемый авторами методический прием может быть одновременно использован для контроля качества смешения шихты и аналитической навески, а также для контроля качества капелей.

### Литература

1. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
2. Швецов В.А., Щелканова Л.М., Пахомова В.В. Использование результатов холостого опыта в пробирном анализе // Заводская лаборатория. – 1989. – № 8. – С. 11.
3. Смагунова А.Н., Шмелева Е.И., Швецов В.А. Алгоритмы оперативного и статистического контроля качества работы аналитической лаборатории. – Новосибирск: Наука, 2008. – 60 с.
4. Смагунова А.Н., Карпукова О.М. Методы математической статистики в аналитической химии: Учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. – 339 с.

УДК 62-62

**А.В. Костенко, М.М. Голубенко, С.О. Эстрин**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: andr13kost@list.ru*

## **ПОЛУЧЕНИЕ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ ИЗ ГАЗОКОНДЕНСАТА**

В работе предложено осуществлять переработку газового конденсата в моторное топливо. Это позволит снизить зависимость Камчатки от привозного топлива и снизить его себестоимость. Показано, что Камчатский край имеет достаточную сырьевую базу для решения проблемы обеспечения топливом. Газовые конденсаты представляют собой ценнейшее сырье для получения моторных топлив. Показана схема установки для получения моторных топлив из углеводородов, рассмотрен принцип ее действия, приведены преимущества.

**Ключевые слова:** газоконденсатное месторождение, газовый конденсат, моторное топливо, установка для получения топлив, разделитель фракций.

**A.V. Kostenko, M.M. Golubenko, S.O. Estrin**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: andr13kost@list.ru*

## **MANUFACTURE OF MOTOR FUELS FROM GAS CONDENSATE**

The article proposes to process gas condensate into motor fuel. It will reduce the Kamchatka dependence on imported fuel and reduce fuel cost. It is shown that the Kamchatka region has a sufficient resource base for solving the problem of fuel supply. Gas condensates are the most valuable raw material for the production of motor fuels. The scheme of the plant for the production of motor fuels from hydrocarbon is shown. The working process of the plant and its advantages are considered.

**Key words:** condensate field, gas condensate, motor fuel, plant for the production of fuels, fractions separator.

Традиционным первичным сырьем для производства моторных топлив – автомобильных бензинов и дизельного топлива – являются нефть и газовый конденсат. В России, несмотря на большую добычу и огромные запасы этого углеводородного сырья, надежное снабжение моторными топливами различных регионов страны – вопрос важный, особенно для такого региона, как Камчатский край. Это связано с тем, что зачастую потребителя моторных топлив от их производителя отделяют тысячи километров. Кроме того, доставка топлива может осуществляться только сезонно морским или речным транспортом, поэтому возникает потребность в большом резервуарном парке для хранения топливно-смазочных материалов в межсезонный период.

Из-за этого происходит дополнительное существенное повышение как оптовых, так и розничных цен на моторные топлива, что в свою очередь, приводит к повышению затрат на эксплуатацию техники и, как следствие, к удорожанию стоимости автотранспортных услуг и т. д.

В то же время Камчатка имеет сырьевую базу, вполне достаточную, чтобы решить проблему надежного обеспечения топливом.

Территориальным балансом запасов полезных ископаемых Камчатского края федерального значения учтены четыре газоконденсатных месторождения: Кшукское, Нижне-Квакчикское, Средне-Кунжикское и Северо-Колпаковское. Все месторождения, кроме северного фланга Северо-Колпаковского месторождения, числятся в распределенном фонде недр.

Владельцем лицензий на Нижне-Квакчикское, Средне-Кунжикское и Кшукское месторождения является АО «Камчатгазпром», владельцем лицензии на Северо-Колпаковское месторождение – ООО «Газпром добыча Ноябрьск».

Кшукское и Нижне-Квакчикское месторождения находятся в разработке, Средне-Кунжикское и Северо-Колпаковское относятся к числу разведываемых. По состоянию на 01.01.2015 г. общие запасы газа по категории  $C_1$  составляют 15104 млн  $m^3$ , по категории  $C_2$  – 8388 млн  $m^3$ . Свободный газ месторождений содержит конденсат, этан, пропан, бутан и сероводород [1].

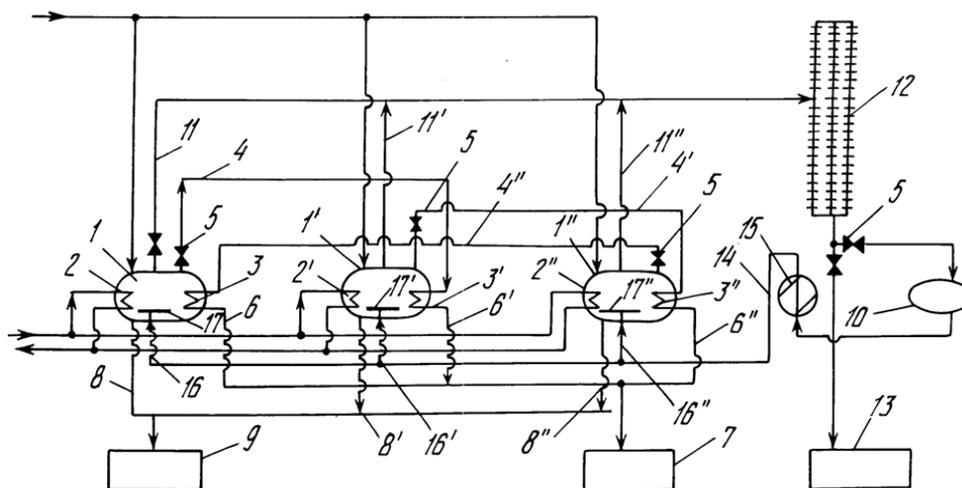
Содержание конденсата в газе варьируется от 33,2 до 47,1 г/ $m^3$  добываемого газа, коэффициент извлечения составляет 0,87. По всем 4 месторождениям учтены извлекаемые запасы конденсата категорий  $A+B+C_1$  – 530 тыс. т, категории  $C_2$  – 328 тыс. т. Конденсат, являющийся побочным продуктом добычи природного газа, накапливается в наземные емкости и реализуется мелкими партиями. Добыча газа за 2015 г. осуществлялась АО «Камчатгазпром» на Кшукском и Нижне-Квакчикском газоконденсатных месторождениях. Всего за отчетный период предприятием добыто 401,5 млн  $m^3$  газа и 14,1 тыс. т газового конденсата, что составляет, соответственно, 101,6% и 108,5% от показателей за 2014 г. [1].

Приведенные цифры свидетельствуют о достаточных запасах газа и перспективности использования газового конденсата в качестве сырья для производства моторных топлив.

Отметим, что газовые конденсаты представляют собой ценнейшее сырье для получения моторных топлив, т. к. в большинстве своем они состоят на 90...100% из светлых продуктов [2]. Однако на газовых месторождениях Камчатки переработка газового конденсата не ведется – он используется в качестве дешевого и не очень качественного топлива или собирается в резервуарах и вывозится морским путем.

В то же время существуют технологии производства экологически чистых высококачественных моторных топлив из газоконденсата [3], а также известен ряд установок, позволяющих в относительно небольшие сроки наладить производство топлив непосредственно возле газовых месторождений [4-6].

На рисунке показана схема установки для получения моторных топлив из углеводородного сырья, являющейся наиболее перспективной для использования в условиях Камчатского края.



Установка для получения моторных топлив из углеводородного сырья:

1, 1', 1'' – разделители фракций; 2, 2', 2'' – испарители; 3, 3', 3'' – конденсаторы; 4, 4', 4'' – трубопроводы для отвода паров бензиновой фракции; 5, 5', 5'' – запорные устройства; 6, 6', 6'' – трубопроводы для отвода бензина; 7, 7', 7'' – емкость для сбора бензина; 8, 8', 8'' – трубопроводы для отвода тяжелой дизельной фракции; 9, 9', 9'' – емкость для сбора тяжелой дизельной фракции; 10 – буферная емкость; 11, 11', 11'' – трубопроводы к конденсатору; 12 – конденсатор паров дизельной фракции; 13 – емкость для сбора легкой дизельной фракции; 14 – трубопровод для перегретых паров; 15 – пароперегреватель; 16, 16', 16'' – патрубки для подачи перегретого пара; 17, 17', 17'' – разделители паров

Установка для получения моторных топлив [7] из углеводородного сырья (рис.) включает разделители фракций 1, 1', 1'', в полости каждого из которых размещены испарители 2, 2', 2'' и конденсаторы 3, 3', 3'' паров бензина. Полость разделителя фракции 1 сообщена для отвода паров бензиновой фракции с конденсатором 3' разделителя фракций 1', а полость разделителя фракций 1' сообщена с конденсатором 3'', в свою очередь полость разделителя фракций 1'' сообщена с конденсатором 3''.

щена с конденсатором 3 разделителя фракций 1. На трубопроводах 4, 4' и 4'', служащих для отвода паров бензиновой фракции в конденсаторы 3, 3', 3'', установлены запорные устройства 5. Каждый из конденсаторов 3, 3', 3'' сообщен соответствующим трубопроводом 6, 6', 6'' с емкостью 7 для сбора бензина, а полость каждого разделителя фракций 1, 1', 1'' трубопроводами 8, 8', 8'' – с емкостью 9 для сбора тяжелой дизельной фракции. Также установка содержит буферную емкость 10, полости разделителей фракций 1, 1', 1'' сообщены трубопроводами 11, 11', 11'' с упомянутой буферной емкостью через конденсатор 12 паров дизельного топлива, установленный перед буферной емкостью (по ходу дизельного топлива). Конденсатор 12 паров дизельного топлива сообщен со сборной емкостью 13, которая служит для сбора легкой дизельной фракции. Буферная емкость 10 сообщена трубопроводом 14 с полостью каждого разделителя фракций 1, 1', 1''. При этом на трубопроводе 14 между разделителем фракций 1'' и буферной емкостью 10 установлен парораспределитель 15. Патрубки 16, 16', 16'' для подачи перегретого пара легкой дизельной фракции в полости разделителей фракций 1, 1', 1'' от трубопровода 14 снабжены распределителями паров 17, 17', 17'', выполненными в данном случае в виде перфорированных трубчатых элементов. Как и в любой известной установке, имеется дыхательная линия с дыхательными клапанами (на схеме не показаны), необходимая для впуска и выпуска воздуха при заполнении и опорожнении всех емкостей.

Отличительной особенностью установки является то, что все ее части распределены по отдельным контейнерам – блок-боксам. Это позволяет собирать установку на специализированных заводах, делая сборку более простой и качественной. Кроме того, установка является простой в изготовлении, а также обеспечивает использование тепла отходящих паров легких фракций и теплоты фазового перехода «пар-жидкость» для нагрева углеводородного сырья.

Наличие в установке буферной емкости, с которой связаны полости разделителей фракций, позволяет отводить в ее часть наиболее легкой дизельной фракции для использования ее (фракции) в дальнейшем, после перегрева в пароперегревателе в качестве испаряющего агента для более глубокой отгонки дизельного топлива. При этом обеспечивается получение двух видов дизельного топлива (при работе на конденсате) и увеличивается выход широкофракционного дизельного топлива при работе на нефти, исключается подогрев сырья (смесь дизельного и котельного топлив) в трубчатых печах, что делает установку по второму варианту более пожаро-безопасной.

Таким образом, внедрение рассмотренной установки позволит осуществлять переработку газового конденсата в месте добычи и снизить зависимость Камчатки от привозного топлива.

### Литература

1. Камчатский филиал ФБУ «ТФГИ по Дальневосточному Федеральному округу» [Электронный ресурс]. – URL: <http://tfikamchatka.ru> (дата обращения: 11.02.2017).
2. *Гуревич Г.Р.* Разработка газоконденсатных месторождений с поддержанием пластового давления. – М.: Недра, 1976. – 184 с.
3. *Писаренко В.Н., Писаренко Е.В., Саркисов П.Д.* К разработке инновационных технологий получения высококачественных моторных топлив и ключевых продуктов нефтехимического синтеза // Вестник Казанского технолог. ун-та. – 2007. – № 2. – С. 109–115.
4. *Шейна Е.* Газовый конденсат нужно более широко использовать для производства моторных топлив [Электронный ресурс]. – URL: <http://rcc.ru/article/elena-sheina-gazovyy-kondensat-nuzhno-bolee-shiroko-ispolzovat-dlya-proizvodstva-motornyh-topliv-49509> (дата обращения: 11.02.2017).
5. Мини-завод по переработке газового конденсата и нефтегазоконденсатных смесей [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.potram.ru/en/index.php?page=66> (дата обращения: 11.02.2017).
6. Установка по получению бензина и дизельного топлива из газоконденсата [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.toplivopromprisadki.ru/gasdiesfuel.php> (дата обращения: 11.02.2017).
7. *Кириленко В.Н., Брулев С.О.* Установка для получения моторных топлив из углеводородного сырья (варианты) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.findpatent.ru/img\\_show/51051.html](http://www.findpatent.ru/img_show/51051.html) (дата обращения: 11.02.2017).

УДК 622.276.6

**А.В. Костенко, А.С. Холенко, М.И. Змерзлов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: andr13kost@list.ru*

### **ПОВЫШЕНИЕ ДЕБИТА НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН ПРИ ПОМОЩИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА**

В статье речь идет о повышении дебита нефтяных скважин методом гидравлического разрыва пласта. Приведены этапы проведения гидроразрыва и показано применяемое оборудование. Показаны преимущества и недостатки метода гидравлического разрыва. Применение метода позволяет существенно увеличить производительность скважин существенно. Метод отличается очень большими вредными воздействиями на окружающую среду. Происходит негативное влияние на воду, почву, воздух. Поэтому принятие решения об использовании гидроразрыва должно быть очень взвешенным.

**Ключевые слова:** скважина, нефть, дебит, гидравлический разрыв, пласт, экология.

**A.V. Kostenko, A.S. Kholenko, M.I. Zmerzlov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: andr13kost@list.ru*

### **IMPROVING OIL FLOW RATE BY HYDRAULIC FRACTURING**

In this article we are talking about increasing the production rate of oil wells by hydraulic fracturing. The stages of the fracture and the used equipment are shown. Advantages and disadvantages of the method of hydraulic fracturing are given. Using the method allows to increase significantly well productivity. The method has a negative impact on the environment. There is a negative impact on water, soil, air. That is why the decision to use hydraulic fracturing should be very balanced.

**Key words:** well, oil, production rate, hydraulic fracturing, geologic horizon, ecology.

Нефть является важнейшим сырьем, которое используется во многих отраслях России. Есть два основных направления переработки нефти – нефтехимическое и топливное. Потребности страны в топливе и нефтехимической продукции постоянно растут, кроме того, экспортируя нефть, страна обеспечивает поступления в бюджет. Отметим, что сейчас есть тенденция к увеличению использования нефти для производства соответствующей продукции с целью продажи последней. Это позволит меньше зависеть от колебаний цен на нефть.

Основными проблемами нефтедобывающей отрасли являются: замедление скорости добычи нефти в связи подорожанием этих работ, а также в результате того, что месторождения находятся в труднодоступных местах; невысокий показатель извлечения нефти, что приводит к нерациональному использованию ресурса; использование устаревшего и изношенного оборудования и техники в процессе добычи нефти; некачественная утилизация и применение нефтяного попутного газа; нерациональное применение новых инновационных технологий в процессе добычи нефти [1].

Кроме того, заметим, что длительный отбор рентабельных запасов и ухудшение качества сырьевой базы приводит к преждевременному снижению уровня добычи и безвозвратным потерям запасов нефти в недрах земли. Это связано с тем, что главные месторождения постепенно выходят на поздние стадии разработки, а те запасы, что в них остаются, являются труднодобываемыми. Кроме того, большая часть новых месторождений имеет сложное геологическое строение и залегает в низкопроницаемых коллекторах. Поэтому одной из задач, которые необходимо решить, является повышение дебита нефтяных скважин.

Для решения задачи повышения дебита нефтяных скважин используют методы, которые можно разделить на три основные группы: химические, тепловые, механические.

Химические методы воздействия применяют в случаях, когда можно растворить породу пласта или элементы, отложение которых обусловило ухудшение проницаемости призабойной зоны скважины (ПЗС), например, соли или железистые отложения и др. Тепловые методы –

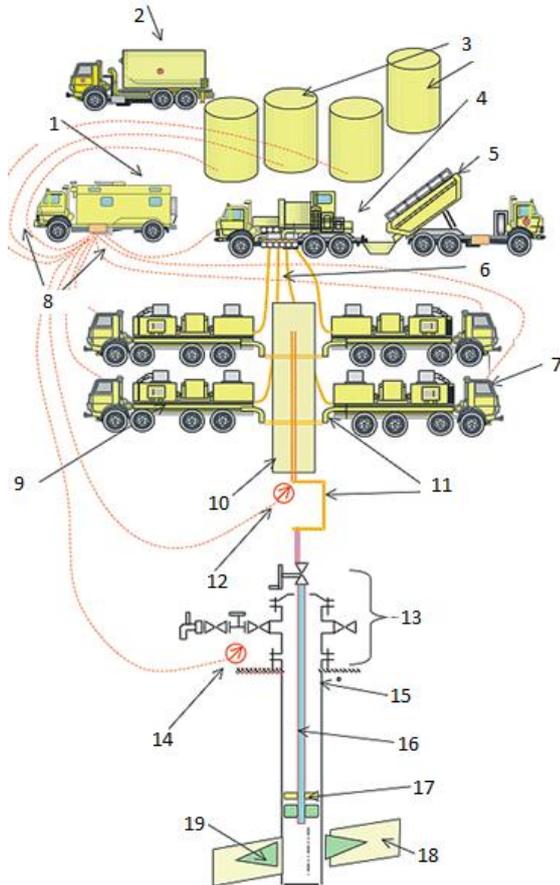


Схема оборудования для проведения ГРП:

1 – машина контроля и управления (МКУ); 2 – агрегат транспортно-установочный; 3 – вертикальные цистерны; 4 – агрегат приготовления смеси; 5 – агрегат сыпучих компонентов; 6 – манифольд низкого давления; 7 – насосный агрегат; 8 – информационные кабели скважин; 9 – насосный агрегат с подпитывающим насосом; 10 – машина манифольдов; 11 – манифольд высокого давления; 12, 14 – манометры; 13 – оборудование обвязки устья; 15 – обсадная труба; 16 – колонна НКТ; 17 – пакер; 18 – продуктивный слой; 19 – трещина, созданная в результате ГРП

в случаях, когда в ПЗС произошло отложение твердых или очень вязких углеводородов (парафин, смолы, асфальтены), а также и при фильтрации вязкой нефти. Механические методы воздействия эффективны в твердых породах, когда создание дополнительных трещин в ПЗС позволяет приобщить к процессу фильтрации новые удаленные части пласта.

Одним из самых распространенных методов интенсификации добычи нефти, относящихся к механическим, является гидравлический разрыв пласта (ГРП). На рисунке показана схема оборудования для проведения гидроразрыва пласта [2].

Метод заключается в создании высокопродуктивной трещины в целевом пласте для обеспечения притока добываемого флюида (газ, вода, конденсат, нефть либо их смесь) к забою скважины. Забой скважины очищают от грязи способом дренирования и затем промывают [3].

После промывки, очистки и проверки специальным шаблоном в скважину спускают насосно-компрессорные трубы, по которым прокачивается жидкость разрыва.

На первом этапе закачивают жидкость разрыва насосными агрегатами, в результате чего давление постепенно увеличивается и по достижении определенного значения происходит разрыв пласта. После разрыва пласта переходят ко второму этапу – подаче в трещину жидкостипесконосителя с песком при большом расходе и высоком давлении нагнетания. Жидкостипесконоситель с песком задавливают в трещину продавочной жидкостью при максимальном давлении и с максимальной скоростью закачки. Закачка продавочной жидкости является последним, третьим этапом непрерывного процесса гидроразрыва пласта. После продавки устье за-

крывают и скважину оставляют в покое до тех пор, пока устьевое давление не упадет до нуля. Затем скважину промывают, очищают от песка и приступают к освоению.

После проведения ГРП дебит скважины, как правило, резко возрастает. Метод позволяет «оживить» простаивающие скважины, на которых добыча нефти или газа традиционными способами уже невозможна или малорентабельна. Кроме того, в настоящее время метод применяется для разработки новых нефтяных пластов, извлечение нефти из которых традиционными способами нерентабельно ввиду низких получаемых дебитов.

Промысловая практика показывает, что производительность скважин после гидравлического разрыва увеличивается иногда в несколько десятков раз, т. к. образовавшиеся трещины соединяются с существовавшими ранее, и приток жидкости к скважине происходит из удаленных изолированных от скважины до разрыва пласта высокопродуктивных зон. Также доказано, что проведение ГРП выгоднее, чем строительство новой скважины, как с экономической стороны, так и с точки зрения разработки [4].

Гидравлический разрыв пласта является одним из наилучших методов увеличения дебита скважин, на которых добыча нефти традиционными способами уже невозможна или малорентабельна. Проведение ГРП выгоднее, чем строительство новых скважин, метод увеличивает производительность скважин в несколько десятков раз, позволяет добывать трудноизвлекаемые запасы нефти, что приводит к увеличению уровня добычи сырья.

Но при проведении ГРП возникают огромные экологические проблемы, связанные с содержанием в жидкостях разрыва большого количества химикатов: загрязнение грунтовых вод, в т. ч. источников питьевой воды, токсичными химическими веществами, содержащимися в «жидкостях разрыва»; использование огромного количества воды; в воздух попадает большое количество вредных газов; происходит разрушение ландшафта, ущерб сельскохозяйственным угодьям; постоянный источник шумового загрязнения; загрязненные сточные воды утилизируют путем закачки под землю, что может быть причинами землетрясений [5].

Поэтому вредные воздействия на окружающую среду могут стать основной причиной, по которой использование ГРП будет серьезно ограничено.

Вредные последствия для экологии при проведении ГРП можно свести к минимуму при помощи технологии пропанового фрекинга [6]. Она отличается от обычного гидроразрыва тем, что вместо традиционной смеси для ГРП в скважину закачивается сжиженный пропан. Так как он полностью испаряется после проведения гидроразрыва, а химикаты в этом случае не используются, риски загрязнения воды или почвы при пропановом фрекинге чрезвычайно малы. Также при применении этой технологии не истощаются водные источники, т. к. для гидроразрыва с применением пропана вода не нужна. Однако пропановый фрекинг в полтора раза повышает расходы на проведение гидроразрыва пласта. Из-за высоких расходов на проведение гидроразрыва подробным способом ее применение пока целесообразно только на месторождениях с высокой рентабельностью.

Таким образом, повышение дебита скважин при помощи гидроразрыва пласта является очень эффективным способом увеличить отдачу скважины. Но это преимущество нивелируется вредными экологическими воздействиями. Поэтому принятие решения об использовании гидроразрыва должно быть очень взвешенным.

### Литература

1. «Нефтяная промышленность России: развитие, проблемы и перспективы» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.doloni.ru/neftyanaya\\_promyishlennost\\_rossii.html](http://www.doloni.ru/neftyanaya_promyishlennost_rossii.html) (дата обращения: 11.02.2017).
2. «Нефтегазтехнология – Гидроразрыв пласта [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ngt.ru/services/technology/hydraulic-fracturing/> (дата обращения: 11.02.2017).
3. «Технология гидравлического разрыва пласта [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.studbooks.net/1739365/geografiya/obvyazka\\_oborudovanie](http://www.studbooks.net/1739365/geografiya/obvyazka_oborudovanie) (дата обращения: 11.02.2017).
4. Юрчук А.М., Истомин А.З. Расчеты в добыче нефти. – Москва, Недра, 1989. – 245 с.
5. «Записки нефтяника и не только – Что такое ГРП?» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mechanismone.livejournal.com/30154.html> (дата обращения: 11.02.2017).
6. Сланцевый газ – вред экологии [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pronedra.ru/gas/2014/12/16/vred-slantsevogo-gaza/> (дата обращения: 11.02.2017).

УДК 556.5:004.9

**В.А. Наумов, А.Х. Алиева, П.С. Сысоева**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: van-old@mail.ru*

## **ОБРАБОТКА МАССИВОВ ЕЖЕДНЕВНОЙ ИНФОРМАЦИИ ОБ УРОВНЯХ РЕКИ КАМЧАТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Решение стандартной задачи построения графиков повторяемости уровней реки Камчатки и продолжительности их стояния выполнено с применением современных компьютерных технологий. Использованы электронные файлы среднесуточных уровней государственных интернет-ресурсов за 2008–2014 годы. Разработанная в среде Mathcad программа позволяет выполнить большой объем вычислений при построении графиков в течение многолетнего периода. Рассчитаны среднесуточные уклоны водной поверхности реки Камчатки. В устьевой области они редко превышают 0,1‰.

**Ключевые слова:** река Камчатка, среднесуточные уровни, интернет-ресурсы, методы обработки, компьютерные технологии, уклон водной поверхности.

**V.A. Naumov, H.A. Aliyeva, P.S. Sysoeva**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: van-old@mail.ru*

## **PROCESSING ARRAYS OF DAILY INFORMATION ON THE KAMCHATKA RIVER LEVELS USING COMPUTER TECHNOLOGY**

The plot graphs the frequency of occurrence of the Kamchatka River levels and the duration of standing is made with application of modern computer technologies. Electronic files of daily average levels of public online resources for 2008–2014 have been used. Developed Mathcad program allows you to perform a lot of computations when constructing graphs for a multi-year period. The average slopes of the water surface of the Kamchatka River have been calculated. They rarely exceed 0.1‰ in the river mouth area.

**Key words:** Kamchatka River, average daily levels, Internet resources, data processing methods, computer technology, slope of the water surface.

Состояние и изменчивость гидрологических характеристик и русловых процессов рек Камчатского края находится под пристальным вниманием исследователей (см. [1–4] и библиографию в них). Больше всего работ опубликовано по изучению гидрологических рядов (годового стока), несколько менее – по среднemesячным расходам. Так, в статье [2] проанализированы многолетние изменения температуры воздуха и сумм осадков, годового стока, а также внутригодового распределения стока в бассейне реки Камчатки. Было установлено, что изменения годового стока выражены столь же неявно; общая тенденция изменения водного режима реки Камчатки в выравнивании расходов воды в течение года.

Значительно меньше опубликовано исследований среднесуточных уровней и расходов водотоков. Впрочем, такая же картина наблюдается и по другим речным бассейнам (см., например, [5]). При проектировании и эксплуатации судоходных маршрутов на реках, гидромелиоративных систем и других водохозяйственных объектов необходимо знать такие важные характеристики, как повторяемость (частоту) уровней водотока и продолжительность (обеспеченность) их стояния в течение года или многолетнего периода. Рассмотрим, как может быть решена указанная задача с использованием современных информационных технологий на примере реки Камчатки.

Традиционный табличный метод построения графиков повторяемости уровней водотока и продолжительности их стояния описан в [7]. По данным таблицы ежедневных уровней воды

из Гидрологических ежегодников (например, [8]) строят график колебаний среднесуточных уровней воды. Для сопоставления нередко на одном чертеже совмещают графики колебаний уровней воды на соответствующем посту за несколько лет. Повторяемость и продолжительность стояния соответствующих уровней устанавливают путем обработки таблицы ежедневных уровней. Результаты подсчетов сводят в ведомость и по ее данным строят кривые повторяемости и продолжительности стояния уровней. Все это требует большого объема вычислений, который кратно возрастает при анализе уровней водотока за несколько лет. Но и в современных пособиях рекомендуется описанный («ручной») метод построения (см., например, [9]).

В настоящее время появились возможности использования данных федеральных интернет-ресурсов [10, 11], уже записанных в электронных файлах. На ГИС-портале Центра регистра и кадастра [10] ежедневные уровни водотоков были представлены в наиболее удобной форме для последующей компьютерной обработки (матрица-столбец). Однако в [12] показано, что база данных [10] по среднесуточным уровням рек не полная, содержит явные промахи измерений. К тому же в настоящее время доступ на ресурс [10] закрыт.

В качестве исходной информации использовались результаты измерений уровней реки Камчатка, приведенные в Автоматизированной информационной системе государственного мониторинга водных объектов [11]. Помесячная форма представления вначале была преобразована в матрицу-столбец. В качестве примера на рис. 1 и 2 представлены графики колебания среднесуточных уровней воды в 2014 г. в двух створах.

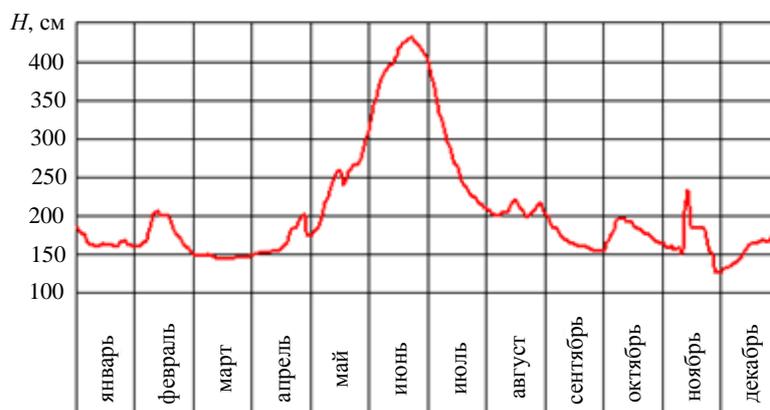


Рис. 1. Уровни реки Камчатка от нуля поста пос. Ключи (11,61 м БС) в 2014 г.

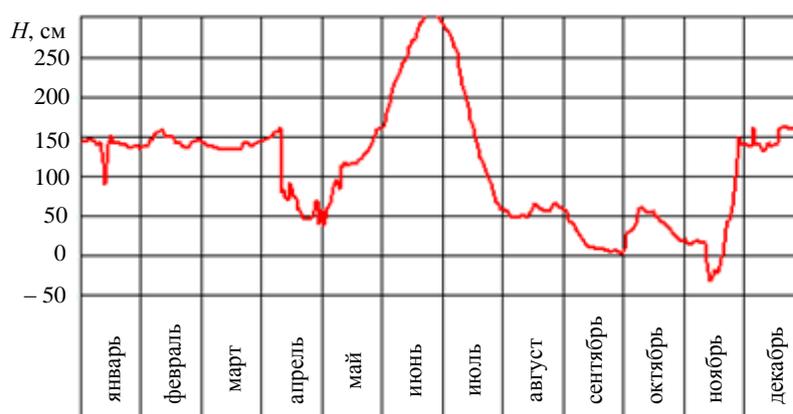


Рис. 2. Уровни реки Камчатка от нуля поста урочище Большие Щеки (6,81 м БС) в 2014 г.

Графики колебания ежедневных уровней воды р. Камчатка за разные годы существенно различаются. Построенные по ним кривые повторяемости уровней также будут различными. Для получения достоверной информации требуется строить указанные кривые по данным наблюдений за максимально возможное число лет. В настоящее время в базе данных [11] имеются сведения о среднесуточных уровнях р. Камчатка в створе пос. Ключи за 2008–2014 гг. Эти данные и были использованы в дальнейших расчетах в среде Mathcad [11].

Считывание файлов ежедневных уровней, записанных в формате txt:

```
H_08 := READPRN("H-2008.txt")
H_09 := READPRN("H-2009.txt")
...
```

Объединение считанных данных наблюдений в одну матрицу-столбец:

```
H := stack(H_08,H_09,H_10,H_11,H_12,H_13,H_14).
```

Общее количество наблюдений  $M := \text{rows}(H) = 2557$ . Диапазон измерений был разбит на 20 интервалов. Частота попаданий в интервалы в среде Mathcad находится с помощью оператора

$$n := \text{hist}(hp,H)/7, \quad (1)$$

где  $hp$  – столбец границ интервалов  $H_k$ ; деление на 7 позволяет получить средние значения за рассматриваемые годы.

На рис. 3 представлены результаты расчета по формуле (1). График продолжительности стояния уровней является интегральным по отношению к графику повторяемости. С помощью этих графиков можно определить или продолжительность (обеспеченность) стояния любого уровня (рис. 4):

$$N_j = \sum_{i=1}^j n_i. \quad (2)$$

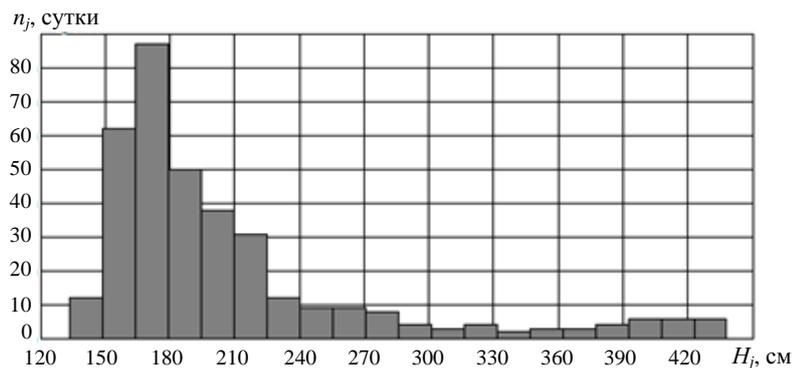


Рис. 3. Средняя повторяемость уровней реки Камчатка (Ключи) за 2008–2014 гг.

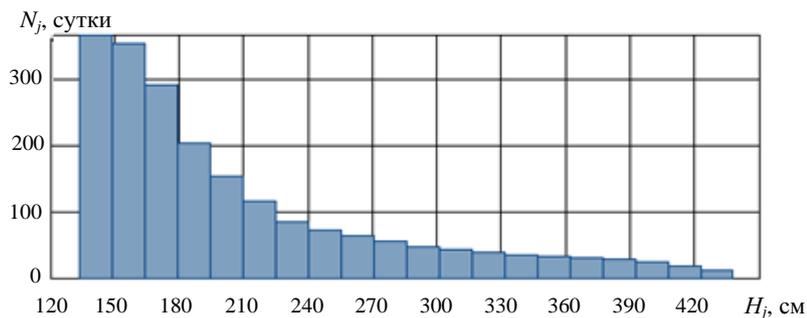


Рис. 4. Средняя продолжительность стояния уровней реки Камчатка (Ключи) за 2008–2013 гг.

Найдем среднесуточный уклон водной поверхности (%) р. Камчатка между поселком Ключи и урочищем Большие Щеки (рис. 5):

$$I = (0,01 \cdot HK + 11,61 - 0,01 \cdot HB - 6,81) / L, \quad (3)$$

где  $HK$  – уровни р. Камчатка от нуля поста пос. Ключи, см;  $HB$  – уровни р. Камчатка от нуля поста урочища Большие Щеки, см;  $L$  – расстояние по реке между постами, км. По [11]  $L = 129 - 61 = 68$  км.



УДК 504.453:556.53:004.9

**В.А. Наумов, С.Н. Сулейманов**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: van-old@mail.ru*

## **РАСЧЕТ ОСАЖДЕНИЯ НА ДНЕ ВОДОТОКА СЛОЯ ВЗВЕШЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ ИЗ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА**

При сбросах сточных вод, дноуглубительных и других работах в водотоки попадает большое количество взвешенных примесей. Для проведения предварительных оценок влияния таких антропогенных воздействий на водную среду и ее обитателей используются инженерные методы, рекомендуемые нормативно-методическими документами. Как правило, они основаны на сильно упрощенном описании гидрологического режима и динамики движения частиц грунта. Для решения практических задач наиболее приемлемым является использование двумерных моделей переноса с осреднением концентрации пассивной примеси по глубине. Показано влияние коэффициента турбулентной диффузии дисперсной примеси и формы частиц на точность прогнозирования распространения взвешенных примесей и их осаждения в водотоках. Предложенная модель позволяет более точно рассчитать толщину слоя илоседа и площади загрязненного дна.

**Ключевые слова:** водотоки, взвешенные примеси, математическая модель, уравнение переноса, коэффициент диффузии, гидравлическая крупность, численный метод.

**V.A. Naumov, S.N. Suleymanov**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: van-old@mail.ru*

## **DEPOSITION CALCULATION OF SUSPENDED CONTAMINANTS FROM A POINT SOURCE IN THE WATERCOURSE**

When wastewater discharges, dredging and other works a large amount of suspended impurities get to watercourses. The need to assess the impact of such anthropogenic impacts on the aquatic environment and its inhabitants requires the development of mathematical models of transfer of suspended substances in water objects. To conduct preliminary engineering assessments the methods recommended by regulatory-methodical documents are used. As a rule, they are based on a highly simplified description of the hydrological regime and the dynamics of the movement of soil particles. For the solution of practical problems, the most acceptable is the use of two-dimensional transport models with averaged concentration of the passive tracer at depth. In the differential transfer equation of soil particles is considered to be a fair assumption that even the smallest suspended particles can be deposited on the bottom of the viscous sublayer, where the pulse speed do not exist. The influence of the turbulent diffusion coefficient of disperse impurity and particle shape on the accuracy of propagation prediction of suspended impurities and deposition in watercourses is shown. The proposed model allows to calculate the thickness of the layer of sludge and contaminated spare bottom more accurately.

**Key words:** watercourses, suspended impurities, mathematical model, transport equation, diffusion coefficient, hydraulic size, numerical method.

В последнее время значительно повысился интерес к задачам расчета переноса взвешенных веществ в водных объектах в связи с необходимостью проведения оценок влияния антропогенных воздействий на водную среду и ее обитателей при дноуглубительных работах, дампинге грунта, сбросах сточных вод, при прокладке подводных трубопроводов и т. п. [1–9]. Эта оценка заключается в нахождении границ зон осаждения взвеси загрязняющих веществ, площадей дна с определенной толщиной выпавшего слоя грунта (наилка), объемов воды с определенными уровнями концентрации загрязняющих веществ.

Для проведения предварительных оценок используются инженерные методы, рекомендуемые нормативно-методическими документами ([10–11] и др.). Как правило, они основаны на упрощенном описании гидрологического режима и динамики движения частиц грунта. Не учитывают всех факторов, оказывающих существенное влияние на исследуемый процесс, дают приемлемые результаты только при типовых условиях. Назовем его первым (низшим) уровнем методов прогнозирования.

К высшему (третьему) уровню отнесем решение трехмерной задачи течения водной среды, несущей полидисперсный ансамбль частиц грунта, с учетом движения и массообмена донных наносов. Имеется в виду полная математическая постановка сопряженной задачи. Промежуточный (второй) уровень включает разнообразные упрощенные модели (например, двумерные модели, с осреднением концентрации пассивной примеси по глубине).

Расчет сложных двумерных нестационарных и трехмерных задач в полной постановке трудоемкими численными методами нередко обесценивается из-за нерешенных фундаментальных проблем [1, 5]. Частично нерешенные проблемы моделирования распространения грунта в водотоках [1, 2, 4, 6] и в прибрежных зонах морей [3, 5, 7] совпадают, но для рек имеются весьма специфические [10–12]. В данной статье исследовано влияние коэффициента турбулентной диффузии дисперсной примеси и гидравлической крупности частиц на точность прогнозирования распространения взвешенных примесей из точечного источника и их осаждения в водотоках.

Дифференциальное уравнение нестационарной трехмерной диффузии пассивной примеси [1–4, 10–12]:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} + w \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_z \frac{\partial c}{\partial z} \right) + \frac{q}{H}, \quad (1)$$

где  $t$  – время;  $c(x, y, z)$  – концентрация примеси;  $(u, v, w)$  – проекции вектора осредненной скорости примеси на оси координат  $(x, y, z)$ , соответственно;  $D_x, D_y, D_z$  – коэффициенты турбулентной диффузии примеси по указанным направлениям;  $q$  – расход осаждения примеси.

Полагаем водоток прямолинейным, постоянной глубины  $H$ , со средней (по расходу) продольной скоростью  $U = \text{const}$ , при этом поперечная и вертикальная осредненные скорости водотока считаем равными нулю. Ось  $Ox$  направим вдоль берега в сторону течения, ось  $Oz$  – вертикально вверх, ось  $Oy$  – поперек потока.

Рассматриваем малоинерционную примесь, у которой  $u = U, v = 0, w = W_k$ , где  $W_k$  – скорость установившегося осаждения частиц  $k$ -й фракции. При стационарном течении и источнике примеси первое слагаемое в (1) обращается в нуль. Полагаем, что точечный источник сохраняет свою интенсивность  $G_0$  достаточно долго, чтобы можно было считать задачу стационарной.

В общем случае процесс перемешивания является трехмерным, но в большинстве практических задач диффузия в вертикальном направлении происходит значительно быстрее, чем в поперечном и продольном направлениях (см. [2, 4]). В данной работе рассматриваются процесс горизонтального распространения частиц грунта с учетом их осаждения на дно.

В классической теории считалось, что частицы могут осажаться на дно, только если их гидравлическая крупность превосходит вертикальные турбулентные пульсации скорости воды [10]. Тогда при турбулентном течении даже с весьма малыми скоростями интенсивность вертикальных пульсаций скорости воды будет превосходить гидравлическую крупность мелких частиц, препятствуя осаждению на дно. Воспользуемся предположением [13], где было показано, что самые мелкие частицы взвеси могут осажаться на дно из вязкого подслоя. Откуда расход осаждения  $k$ -й фракции примеси можно рассчитать по формуле  $q_k = (c_k - c_\phi) \cdot W_k$ .

При указанных условиях распределение средних концентраций  $k$ -й фракции примеси на вертикали  $c_k(x, y)$  описывается дифференциальным уравнением в частных производных:

$$U \frac{\partial c_k}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} \left( D_y \frac{\partial c_k}{\partial y} \right) + \frac{q_k}{H}. \quad (2)$$

По физическому смыслу рассматриваемая задача является параболической. Для математической постановки параболической задачи необходимо задать граничные условия по концентрации

в исходном сечении водотока  $c(0, y)$  и вдоль береговых линий вниз по течению. В исходном сечении задаем фоновое значение концентрации  $c_f$  во всех точках, кроме точек, примыкающих к источнику загрязнения. Так как вдоль береговой линии нет источников загрязнения, то справедливы следующие граничные условия:

$$c(0, y) = f_0(y); \quad \left( \frac{\partial c}{\partial y} \right)_{y=0} = 0, \quad \left( \frac{\partial c}{\partial y} \right)_{y=B} = 0. \quad (3)$$

В [9] для летнего времени коэффициент поперечной турбулентной диффузии:

$$D_y = g \cdot U_{cp} \cdot H / (37 \cdot n \cdot C^2), \quad (4)$$

где  $n$  – коэффициент шероховатости ложа реки, определяемый по справочным данным (по таблице М.Ф. Срибного);  $C$  – коэффициент Шези ( $m^{0.5}/c$ ).

По формуле Н.Н. Павловского при  $H \leq 5$  м:

$$C = R^{ys} / n, \quad ys = 2,5 \cdot \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n} - 0,1), \quad (5)$$

где  $R$  – гидравлический радиус водотока, м (для широких водотоков  $R \approx H$ ).

Кроме турбулентной диффузии перенос грунта из одних частей потока в другие осуществляется механизмом конвекции. В упрощенной постановке, когда конвективными членами пренебрегают, из-за извилистости реки и других факторов приходится вводить поправки с помощью так называемого эффективного коэффициента диффузии.

В [13] показано, что значительная часть экспериментальных данных по поперечному рассеиванию примеси согласуется с эффективным коэффициентом, рассчитанным по формуле

$$D_{\text{Э1}} = 0,15 U_{cp} \cdot H \sqrt{g} / C. \quad (6)$$

Эффективный коэффициент поперечного распространения примеси зависит от извилистости русла реки. В [13] получена формула такого коэффициента для расчета поперечного распространения пассивной примеси в водотоках с большой шириной русла ( $b = B/H > 25-30$ ):

$$D_{\text{Э2}} = \frac{K_1}{\sqrt{K_2}} \cdot u_\tau \cdot B \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot H}{\lambda \cdot B}}, \quad \lambda = \frac{8 \cdot g}{C^2}, \quad K_2 = \frac{r}{B}, \quad u_\tau = \frac{U \cdot \sqrt{g}}{C}, \quad (7)$$

где  $u_\tau$  – динамическая скорость потока;  $r$  – радиус кривизны русла;  $K_1, K_2$  – эмпирические коэффициенты.

С учетом выражений для переменных и значений эмпирических констант из (7) следует

$$D_{\text{Э2}} = 3,65 \cdot 10^{-3} U \cdot H \cdot \sqrt{b}. \quad (8)$$

С уменьшением величины  $b$  значение эффективного коэффициента  $D_{\text{Э2}}$ , рассчитанного по формуле (8), может оказаться ниже значения, рассчитанного по формуле (6), что не имеет физического смысла, т. к. эффективный коэффициент не может быть меньше коэффициента турбулентной диффузии. Можно предложить при уменьшении  $b$  рассчитывать значение коэффициент по формуле (8) до тех пор, пока указанное значение не уменьшится до величины  $D_{\text{Э1}}$  по (6) при соответствующих условиях. При дальнейшем уменьшении  $b$  следует считать, что указанный коэффициент от  $b$  не зависит.

Важную роль при исследовании распространения твердых примесей по водным объектам играет гидравлическая крупность частиц  $W$  – скорость установившегося осаждения частицы в неподвижной воде. Величина  $W$  зависит от размера частицы, ее формы, плотности, а для самых мелких частиц – еще и от температуры воды (из-за изменения вязкости). В [14, 15] показано, что увеличение силы гидродинамического сопротивления частицы из-за отличия ее формы от сферической может быть учтено с помощью коэффициента  $\Gamma$ .

При дноуглубительных работах во взвешенное состояние переходят зернистые частицы, у которых скорость осаждения значительно меньше, чем сферических. Кроме того, плотность частиц может быть меньше, чем песка, например, если частицы биогенные, что также необходимо учитывать в расчетах [16].

Расчет распространения осаждающейся примеси был выполнен численным методом по уравнению (2) отдельно для каждой фракции. В формуле бегущего счета была учтена интенсивность осаждения примеси  $q$  в вязком придонном слое.

Массовый расход примеси уменьшается вниз по течению из-за осаждения частиц. На рис. 1 показано изменение массового расхода взвешенных фракций по  $x$ . На расстоянии 2800 м от источника успевает осесть на дно только 10% частиц фракции с размером 0,005 мм. Поэтому при рассматриваемых условиях осаждение фракций с размером менее 0,005 мм можно не учитывать. Полное осаждение частиц фракции с размером 0,053 мм происходит на расстоянии 340 м (линия 6), с размером 0,077 мм – 210 м. Такое разделение фракций необходимо проводить в зависимости от конкретных условий течения. В рассматриваемом случае необходимо учитывать распространение и осаждение частиц с размерами вплоть до 0,1 мм.

Рассчитав интенсивность осаждения каждой фракции примеси  $q_k$  во всем поле течения, можем найти толщину слоя наилка, выпавшего на дно за время  $t$ :

$$h_k = \frac{q_k}{\rho_n} \cdot t, \quad h = \sum_k h_k, \quad (5.1)$$

где  $h_k$  – толщина слоя наилка  $k$ -й фракции;  $h$  – суммарная толщина слоя наилка;  $\rho_n$  – распределенная (насыпная) плотность наилка.

На рис. 2 представлены результаты расчета слоя наилка за время  $t = 7$  суток при  $\rho_n = 1500 \text{ кг/м}^3$ . По рис. 2, *a* видно, что на расстоянии 140 м увеличение размера фракции вначале приводит к росту слоя, а затем – к падению. Последнее обусловлено тем, что значительная часть самых крупных фракций к указанной отметке уже выпала в осадок. По рис. 2, *b* вблизи источника суммарный слой наилка превысил 10 мм, вниз по течению величина  $h$  уменьшается.

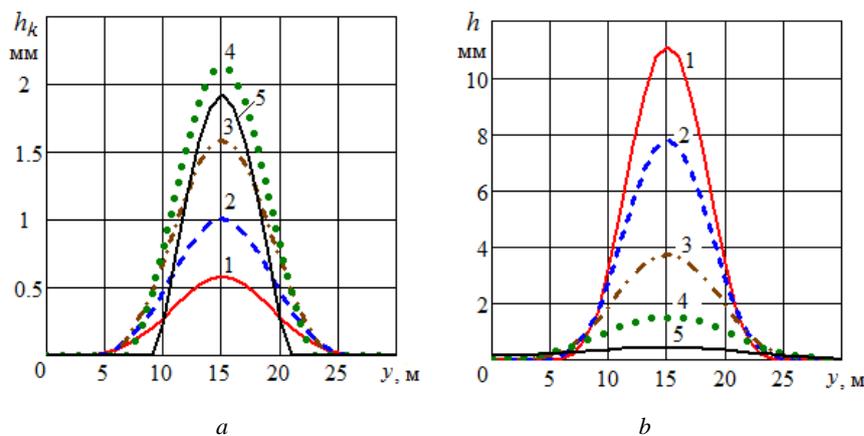


Рис. 2. Толщина слоя наилка на дне водотока:  
*a* –  $k$ -й фракции при  $x = 140$  м; 1 –  $d = 0,021$  мм; 2 – 0,03 мм;  
 3 – 0,04 мм; 4 – 0,054 мм; 5 – 0,077 мм; *b* – суммарная; 1 –  $x = 140$  м;  
 2 – 350 м; 3 – 700 м; 4 – 1400 м; 5 – 2800 м

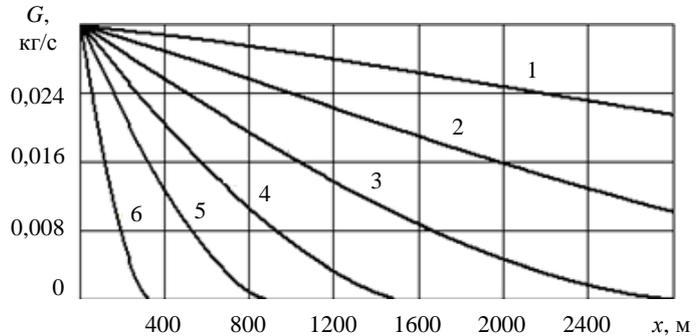


Рис. 1. Изменение массового расхода взвешенных фракций вниз по течению: 1 –  $d = 0,006$  мм; 2 – 0,01 мм; 3 – 0,015 мм; 4 – 0,021 мм; 5 – 0,03 мм; 6 – 0,054 мм;

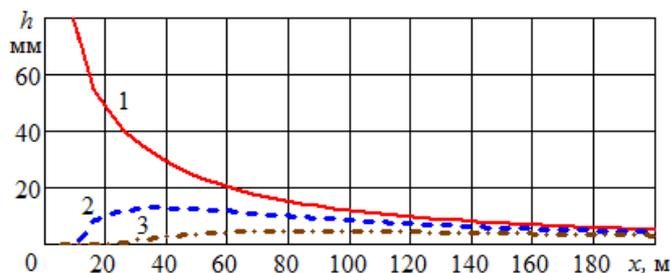


Рис. 3. Уменьшение суммарной толщины слоя наилка на дне водотока вниз по течению:  
1 – на оси источника; 2 – на расстоянии 3 м от оси источника; 3 – 5 м от оси

Результаты расчета суммарного загрязнения дна водотока всеми фракциями осаждающейся примеси приведены в таблице. Толщина слоя наилка остается существенной на значительных расстояниях от источника.

Таблица

Результаты расчета загрязнения дна водотока

Показатель загрязнения дна водотока	Слой наилка толщиной более $h$ , мм					
	0,5	1	2	3	5	8
Площадь дна, тыс. кв. м	26,78	9,93	4,47	2,79	1,52	0,84
Максимальное расстояние от источника, м	1213	682	404	304	205	142

Таким образом, предложенная модель позволяет рассчитать толщину слоя наилка и площади загрязненного дна от точечного источника при реальных значениях коэффициента диффузии и гидравлической крупности несферических частиц. С помощью этих данных можно оценить влияние загрязнения на экосистему водотока.

### Литература

1. Белолипецкий М.В., Генова С.Н. Вычислительный алгоритм для определения динамики взвешенных и донных наносов в речном русле // Вычислительные технологии. – 2004. – Т. 9. – № 2. – С. 9–25.
2. Григорян С.С. Об эволюции попавшей в реку массы консервативного загрязнения при ее движении по течению // Прикладная математика и механика. – 2009. – Т. 73. – № 6. – С. 1036–1046.
3. Котеров В.Н., Юрезанская Ю.С. Моделирование переноса взвешенных веществ на океаническом шельфе. Эффективная гидравлическая крупность полидисперсной взвеси // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2009. – Т. 49. – № 7. – С. 1306–1318.
4. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Великанова М.Н. Расчет распространения загрязнения в реке Товарная // Вода: химия и экология. – 2011. – № 8. – С. 89–94.
5. Чикин А.Л., Чикина Л.Г. Моделирование процесса переноса и оседания ила в подходных судоходных каналах (на примере Таганрогского залива) // Вестник Южного научного центра РАН. – 2011. – Т. 7. – № 2. – С. 45–48.
6. Клинов А.В., Мухаметзянова А.Г., Алексеев К.А. Численное моделирование зон осаждения полидисперсной взвеси в малых водотоках // Вестник Казанского технолог. ун-та. – 2012. – Т. 15. – № 19. – С. 10–12.
7. Распространение взвеси и ее воздействие на биоту при дноуглублении в Кольском заливе (Баренцево море). 1. Исходные данные и используемые модели / К.А. Клеванный, Е.В. Смирнова, А.А. Шавыкин и др. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2013. – № 3. – С. 18–24.
8. Временные указания по оценке повышения мутности при землечерпательных работах, проводимых для обеспечения транзитного судоходства на реках, и учету ее влияния на качество воды и экологию гидробионтов. – М.: Изд-во ЦБНТИ Минречфлота РСФСР, 1986. – 60 с.
9. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Министерство природных ресурсов Российской Федерации: Приказ № 333 от 17 декабря 2007 г.

10. *Караушев А.В.* Теория и методы расчета речных наносов: Моногр. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 271 с.

11. *Дружинин Н.И., Шишкин А.И.* Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 390 с.

12. *Алексеевский Н.И.* Гидрофизика: Моногр. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 176 с.

13. *Волынов М.А.* Влияние плановой геометрии речного русла на диффузию и дисперсию примеси // *Фундаментальные исследования.* – 2013. – № 6. – С. 535–540.

14. *Великанов Н.Л., Наумов В.А., Примаков Л.В.* Осаждение частиц взвесей в воде // *Механизация строительства.* – 2013. – № 7. – С. 44–48.

15. *Великанов Н.Л., Наумов В.А., Корягин С.И.* Моделирование форм твердых частиц, перемещаемых гидротранспортом // *Вестник машиностроения.* – 2014. – № 4. – С. 50–52.

16. *Наумов В.А.* Влияние формы и плотности инерционных частиц на их осаждение в водотоке при дноуглублении // *Вестник науки и образования: Электронный журнал.* – 2016. – № 7 (19). – С. 9–11. – URL: <http://elibrary.ru/download/54116647.pdf>.

УДК 639.2.081.117.21:004.9

**А.А. Недоступ, А.О. Ражев**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРАЛОВОЙ ДОСКИ ДЛЯ ЗАДАЧ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗНОГЛУБИННОЙ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДАМИ ТОЧЕЧНЫХ МАСС И РАСЩЕПЛЕНИЯ В ДИНАМИКЕ**

В данной статье описана математическая модель траловой доски разноглубинной траловой системы, оптимизированная для численного моделирования методом точечных масс с использованием параллельной архитектуры графического процессора. Оптимизация основана на представлении зависимости силовых характеристик доски от ее пространственных и кинематических характеристик в табличном виде. Построение таблиц производится с использованием метода расщепления. В конце статьи представлен результат работы программы создания траловой доски в виде набора трехмерных геометрических поверхностей.

**Ключевые слова:** разноглубинная траловая система, траловая доска, математическая модель, метод расщепления, точечные массы, графический процессор, компьютерная программа.

**A.A. Nedostup, A.O. Raghev**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

## **MATHEMATICAL MODEL OF THE TRAWL DOOR FOR NUMERIC SIMULATION IN DYNAMICS OF MIDWATER TRAWL SYSTEM USING MASS-POINTS AND ALTERNATING DIRECTION IMPLICIT METHODS**

This article describes a mathematical model of the trawl door optimized for numerical simulation using mass-points method and GPU parallel architecture. This optimization based on using tables, contains power characteristics of the door from spatial and kinematic characteristics dependences. When creating tables alternating direction implicit method is used. The article presents the results of the program of creating the trawl doors in the form of a set of three-dimensional geometric surfaces.

**Key words:** midwater trawl system, trawl door, mathematical model, alternating direction implicit method, mass-points, GPU, computer program

Для моделирования динамики разноглубинной траловой системы методом точечных масс [1, 2] необходимо знать все массы, сосредоточенные в узлах (точечные массы) с учетом присоединенной массы, зависимости расстояний между всеми связями от внутренних сил (сил натяжения) и значения внешних сил, приложенных ко всем узлам (гидростатических, гидродинамических, сил тяги траулера).

Для канатно-веревочного изделия (КВИ), которым является трал, связью считается участок каната, троса, нитки или веревки, а узлом – место их соединения. Для моделирования прогиба каната, троса или веревки в модель точечных масс вводятся дополнительные узлы, расположенные на канате (тросе, веревке и т.п.) и делящие его (ее) на части.

В траловую систему входят не только КВИ, но и такие элементы конструкции, как распорные траловые доски, которые необходимо внедрить в общую математическую модель. Для этого траловую доску необходимо представить в виде узлов и связей, т. е. создать математическую модель точечных масс для траловой доски.

Рассмотрим случай, когда расстояния между точками крепления ваеров и лапок к траловой доске фиксированы в течение всего процесса моделирования (соединение крыльев и перекрылок жесткое). При переходе к математической модели заменим точки крепления ваера (точка 1 на рис. 1) и лапок к траловой доске (точки 2 и 3 на рис. 1) узлами. Введем три инцидентные каждой паре узлов связи  $a$ ,  $b$  и  $c$  (рис. 1). Длины данных связей определены и фиксированы в течение всего процесса моделирования и не зависят от сил сжатия/растяжения (величина, обратная модулю упругости связи при сжатии и растяжении равна нулю).

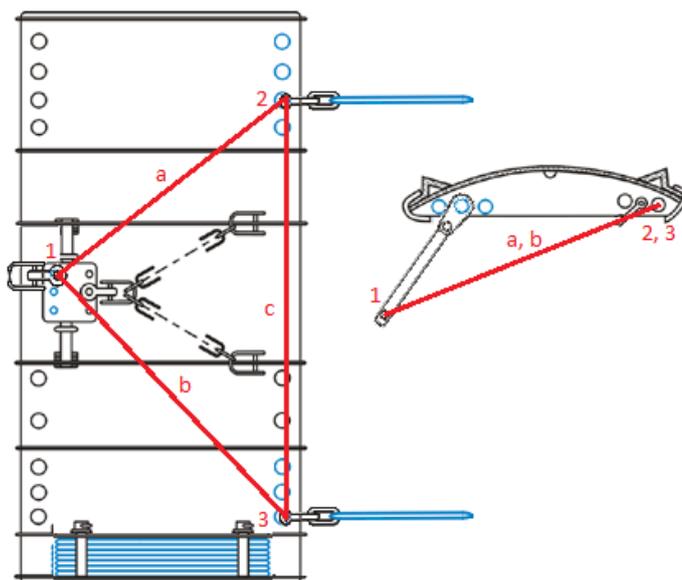


Рис. 1. Распорная траловая доска с обозначением узлов и связей модели точечных масс

Для определения массы, сосредоточенной в каждой из трех точек, необходимо знать конструкцию траловой доски и плотность ее материалов. Для определения внешних сил, действующих на узлы траловой доски, необходимо знать вес в воде, сосредоточенный в узле и поле давлений воды на поверхностях траловой доски.

Современные траловые доски имеют достаточно сложную конструкцию, поэтому для точного моделирования их влияния на динамику всей траловой системы поле давлений необходимо вычислять с использованием уравнений Навье-Стокса [3]. Одним из методов численного решения данных уравнений является метод расщепления [4]. Метод достаточно трудоемок с точки зрения вычислений на ЭВМ. Одним из направлений оптимизации вычислений является параллельная (одновременная) обработка множества ячеек трехмерной вычислительной сетки с использованием вычислительных ресурсов графического процессора (графических процессоров) [5].

Авторами статьи разрабатывается программный код алгоритма метода расщеплений для параллельных вычислений на персональном компьютере с графическим процессором в операционной системе Windows с использованием программного интерфейса DirectCompute [6].

Из-за большой трудоемкости численного решения уравнений Навье-Стокса методом расщепления даже с учетом указанных выше оптимизаций его применение «в лоб» для расчета внешних сил на каждой итерации алгоритма точечных масс на персональном компьютере в реальном времени не представляется возможным. В связи с этим авторами предлагается более быстрый способ, основанный на композиции двух методов: расщепления для траловых досок и точечных масс для канатно-веревочной части траловой системы. Взаимодействие между методами (математическими моделями) предлагается осуществлять через табличные преобразования с линейной интерполяцией промежуточных значений.

Опишем подробнее принцип взаимодействия. Траловая доска представляется как абсолютно твердое тело с шестью степенями свободы. Так как разноглубинный трал работает далеко от поверхности дна водоема, то его влиянием на поля скоростей и давлений водной массы можно пренебречь. Также можно пренебречь искажением этих полей, вызванных другими частями траловой системы из-за достаточного их удаления.

С учетом вышесказанных упрощений для определения поля давлений на поверхностях траловой доски достаточно знать скорости (в векторной форме) перемещения всех точек поверхностей относительно воды в трехмерном пространстве. В свою очередь для определения скорости любой из точек на поверхностях доски достаточно знать скорость поступательного движения центра масс и три угловые скорости вращения доски вокруг осей декартовой системы координат с началом в центре масс.

Для каждого типа траловой доски производится моделирование методом расщепления для всех возможных комбинаций поступательных и угловых скоростей с заданным шагом дискретизации (определяется путем сравнения с имеющимися данными на основании необходимой точ-

ности). По результатам каждого шага вычисляется поле давлений, а затем и внешние силы, приложенные к трем узлам доски (в модели точечных масс). В результате мы получаем шестимерную таблицу, ставящую в соответствие скоростям внешние силы.

При переходе к математической модели точечных масс с использованием геометрических преобразований достаточно преобразовать мгновенные скорости трех узлов (9 вещественных значений) в поступательную и угловые скорости (6 вещественных значений) и по таблице с использованием линейной интерполяции промежуточных значений найти значения внешних сил для трех узлов траловой доски.

Для математического описания конструкции траловой доски авторами предлагается кусочно-линейная аппроксимация [7] профиля всех деталей доски (крыло, прекрылки) в поперечной плоскости сечения с заданной степенью дискретизации, определяемой экспериментально с учетом заданной погрешности вычислений (например, 32). При этом условится, что профили любого поперечного сечения идентичны. Такая математическая модель приемлема для описания большинства применяемых траловых досок.

Поперечный профиль предлагается определять методом кусочно-квадратичной интерполяции [8] по заданным базовым точкам (рис. 2).

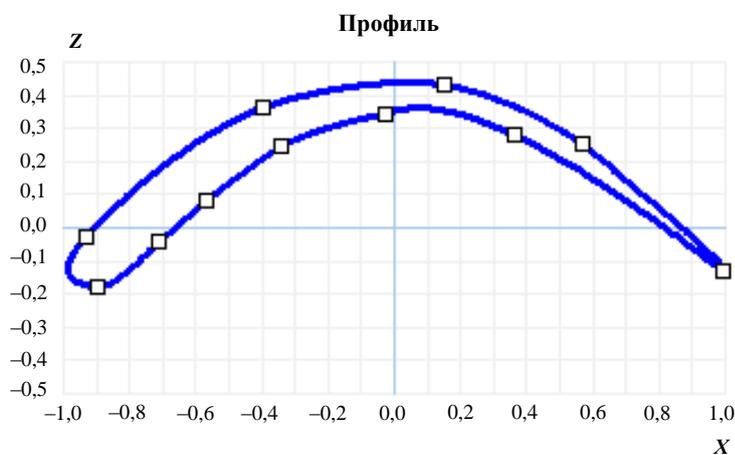


Рис. 2. Профиль детали в поперечном сечении с базовыми точками

Для каждой детали траловой доски необходимо задать профиль, ее геометрические размеры (размах, хорда), положение относительно других деталей и другие характеристики (рис. 3). Также необходимо задать положение точек крепления ваера и лапок.

Характеристики траловой доски		Параметры деталей оснастки	
Общая масса доски $m_d$ , кг	500.0	Номер детали	1
Масса киля $m_k$ , кг	50.0	Номер профиля	1
Усредненная плотность материала доски $\rho_d$ , кг/м <sup>3</sup>	7000	Размах детали $l$ , м	10.00
Усредненная плотность материала киля $\rho_k$ , кг/м <sup>3</sup>	7000	Хорда профиля $b$ , м	1.000
Количество деталей оснастки	1		
Количество профилей	1		
Тип доски	Плоская		

Точки крепления лапок (вирт.)		Точка крепления ваера (вирт.)	
С учетом центра масс	<input checked="" type="checkbox"/>	С учетом центра масс	<input checked="" type="checkbox"/>
Смещение верхнего крепления $X_u$ , м	0.500	Смещение крепления $X_v$ , м	-0.500
Смещение верхнего крепления $Z_u$ , м	-3.000	Смещение крепления $Z_v$ , м	5.000
Смещение нижнего крепления $Y_d$ , м	0.00		
Смещение нижнего крепления $Z_d$ , м	3.000		

Рис. 3. Характеристики траловой доски, деталей оснастки и точек крепления ваера и лапок

По предложенному алгоритму построения математической модели авторами была разработана компьютерная программа «Конструктор крыловидных траловых досок». Пример трехмерного отображения математической модели траловой доски с крылом и четырьмя прекрылками, созданной в программе, показан на рис. 4 и 5.

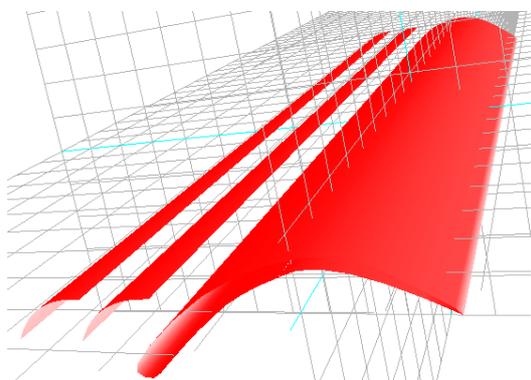


Рис. 4. Вид сверху поверхностей траловой доски и координатной сетки

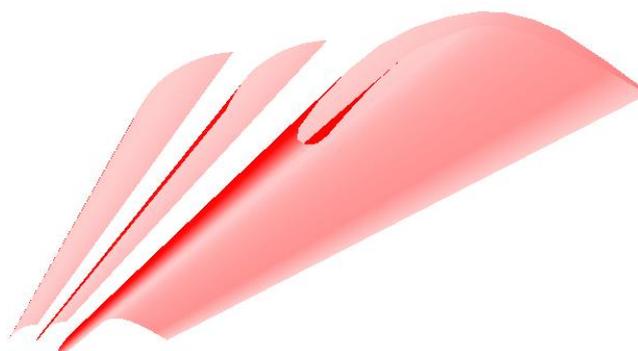


Рис. 5. Вид снизу поверхностей траловой доски

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., Ражев А.О. Соколова Е.В., Макаров В.В. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч. 3: Моногр. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2016. – 184 с.
2. Недоступ А.А., Ражев А.О., Соколова Е.В. Моделирование озерных закидных неводов методом конечных элементов // Рыбное хозяйство. – № 2. – 2016. – С. 96–99.
3. Недоступ А.А., Ражев А.О. Расчет сил гидродинамического сопротивления сетных орудий рыболовства в задачах имитационного их моделирования // Известия КГТУ. – № 42. – 2016. – С. 185–192.
4. Марчук Г.И. Методы расщепления для решения нестационарных задач // Журнал вычисл. матем. и матем. физики. – 1995. – Т. 35. – № 6. – С. 843–849.
5. Березин С.Б., Пасконов В.М., Сахарных Н.А. Моделирование трехмерных течений методом расщепления с использованием параллельной архитектуры ГПУ. Вычислительные методы и программирование: новые вычислительные технологии. – М: Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ, 2012. – № 2. – С. 75–81.
6. Zink J., Pettineo M., Hoxley J. Practical rendering and computation with Direct3D 11. CRC Press. ISBN: 978-1-56881-720-0. – 2011. – С. 637.
7. Антоник В. Г., Срочко В. А. Решение задач оптимального управления на основе методов линеаризации // Журнал вычисл. матем. и матем физики. – 1992. – Т. 32. – № 7. – С. 979–991.
8. Каханер Д., Моулер К., Нэй С. Численные методы и программное обеспечение. – М.: Мир, 1998. – 575 с.

УДК 639.2.081.117.21:004.9

**А.О. Ражев, А.А. Недоступ**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

### **О ВЕРИФИКАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАЛОВОЙ ДОСКИ ДЛЯ ЗАДАЧ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗНОГЛУБИННОЙ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ**

В данной статье поставлена задача оценки верификации математической модели траловой доски проекта 2490 НПО промысловства, разработанной для задач численного моделирования разноглубинной траловой системы. На основании проведенных экспериментальных исследований с физической моделью траловой доски были получены данные по значениям гидродинамических коэффициентов и моментов угла атаки.

**Ключевые слова:** траловая доска, математическая модель, верификация, эксперимент, гидродинамические коэффициенты.

**A.O. Raghev, A.A. Nedostup**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

### **ABOUT VERIFICATION OF MATHEMATICAL MODEL FOR TRAWL BOARDS NUMERICAL SIMULATION MIDWATER TRAWL SYSTEM**

In this article, the task of evaluating the verification of the mathematical model of the trawl boards Project 2490 NGO promryblovstva developed for numerical simulation tasks midwater trawl system. On the basis of experimental studies of the physical model of the otter board, data were obtained from the values of the hydrodynamic coefficients and moments of the angle of attack.

**Key words:** trawl board, mathematical model, verification, experiments, hydrodynamic coefficients.

Для расчета движения траловых досок разноглубинных и донных тралов, т. е. определения положения их в водном пространстве и для определения устойчивых качеств, необходимо знание результирующих гидродинамических сил и моментов, к которым приводится силовое взаимодействие среды и устройства при разных скоростях и направлениях его движения. Определение этих сил и моментов составляет одну из основных задач гидромеханики распорных устройств. Сюда входят вопросы об определении лобового сопротивления, распорной силы, гидродинамических моментов, действующих на траловую доску [1].

Вопросы расчета распорных траловых досок на прочность, устойчивость выдвигают перед гидродинамикой другую задачу, более сложную и трудную. Для этих расчетов необходимо знание того, как распределены гидродинамические силы по поверхности траловой доски в разных случаях движения. Следует отметить, что для гидродинамических сил характерно неравномерное их распределение. Местные нагрузки могут при этом достигать весьма больших величин, в особенности при больших скоростях траления [2].

При проектировании траловых досок возникает, во-первых, задача выбора внешних форм устройства и его частей. Было бы неправильно представлять себе, что для всех случаев существует наилучшая, так сказать, идеальная форма траловых досок. На самом деле каждой скорости или другому условию, предъявляемому к траловой доске, отвечает своя, наилучшая с гидродинамической точки зрения, внешняя форма. Так, например, донные траловые доски должны



Наличие навесных предкрылков позволяет использовать доску в трех различных вариантах – без предкрылков, с одним и с двумя предкрылками, что делает предложенную модель разноплановой и универсальной. Модель экспериментальной траловой доски имеет параметры, указанные в таблице.

Таблица

Геометрические параметры модели траловой доски

Геометрические параметры модели траловой доски	Значение
Линейный масштаб модели	0,2
Хорда доски, м	0,4
Размах доски, м	0,8
Площадь в плане, м <sup>2</sup>	0,32
Площадь с одним предкрылком, м <sup>2</sup>	0,37
Площадь с двумя предкрылками, м <sup>2</sup>	0,43
Хорда предкрылка, м	0,1
Размах предкрылка, м	0,7

Модель траловой доски, изготовленная из листовой стали Ст. 3 с толщиной стенки 3,0 мм, изображена на рис. 3.

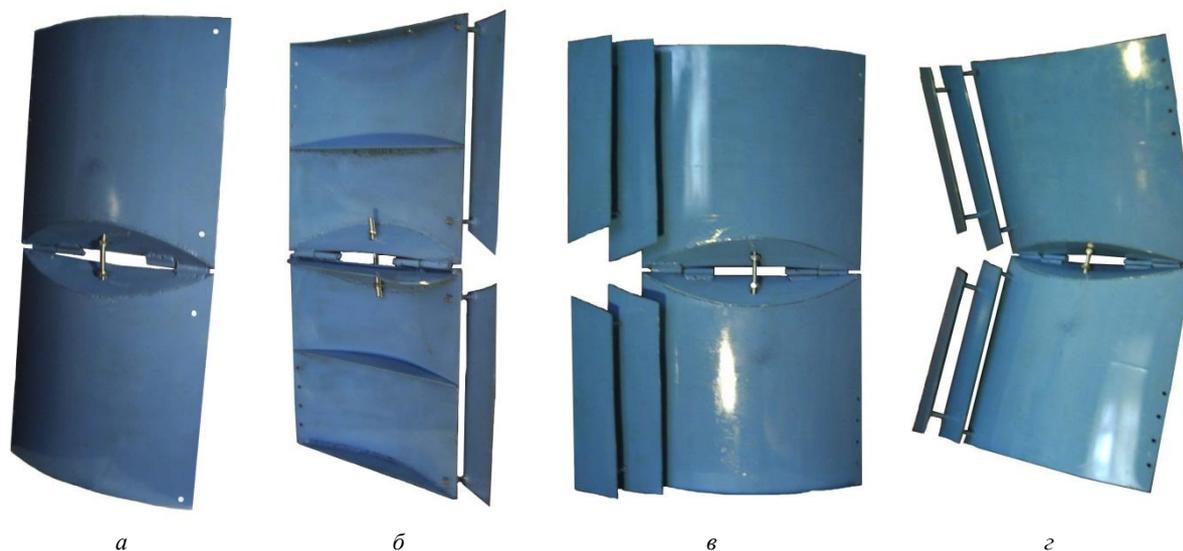


Рис. 3. Модель траловой доски: а – без предкрылков  $\psi_{кр}=180^\circ$  б – с одним предкрылком  $\psi_{кр}=180^\circ$ ; в – с двумя предкрылками  $\psi_{кр}=180^\circ$ ; з – с двумя предкрылками  $\psi_{кр}=160^\circ$

На основании проведенных экспериментальных исследований с физической моделью траловой доски в гидроканале ЗАО «МариНПО» (рис. 4) были получены данные по значениям гидродинамических коэффициентов и моментов угла атаки (рис. 5–7).



Рис. 4. Модель распорной траловой доски в гидроканале ЗАО «МариНПО»

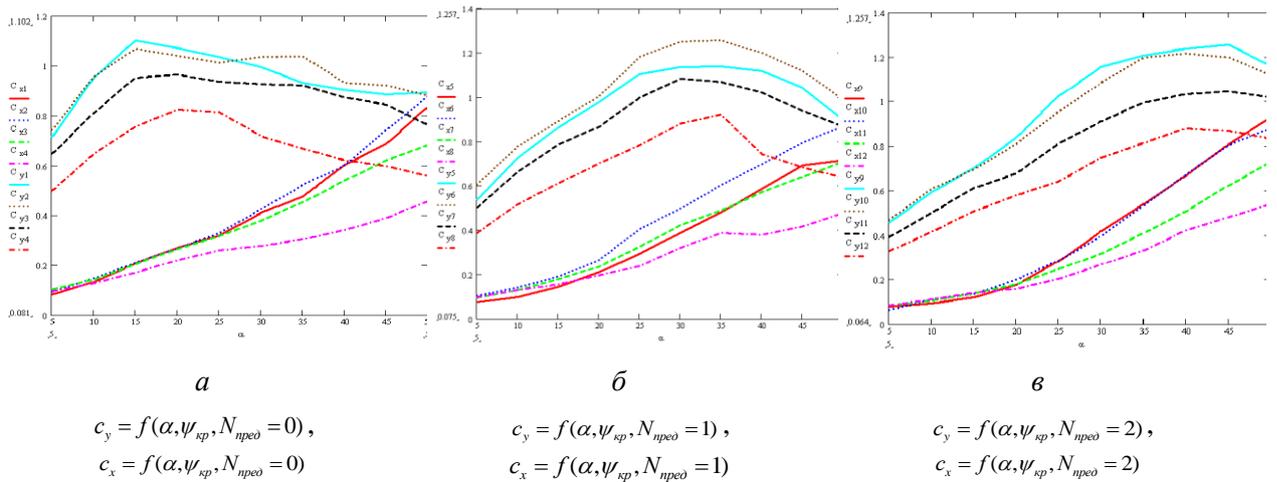


Рис. 5. Графики зависимости коэффициентов распорной силы и силы сопротивления от угла атаки, поперечного угла и количества предкрылок  $N_{пред}$

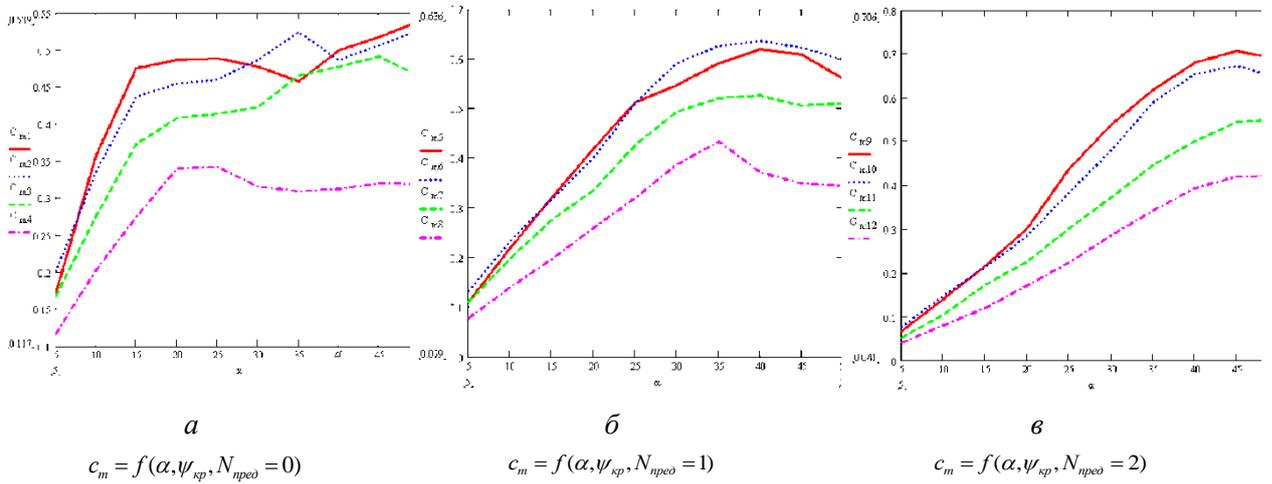


Рис. 6. Графики зависимости коэффициента продольного момента от угла атаки, поперечного угла и количества предкрылок  $N_{пред}$

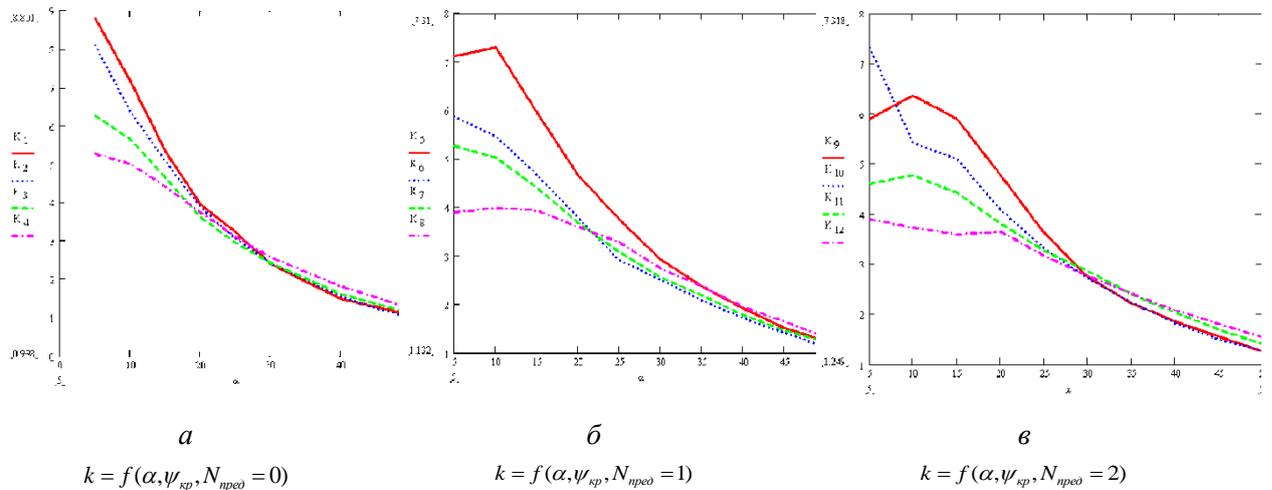


Рис. 7. Графики зависимости гидродинамического качества траловой доски от угла атаки, поперечного угла и количества предкрылок  $N_{пред}$

На основании геометрических параметров траловой доски, указанных в таблице, основываясь на ее математической модели, при помощи компьютерной программы была построена трехмерная модель (рис. 8 и 9).

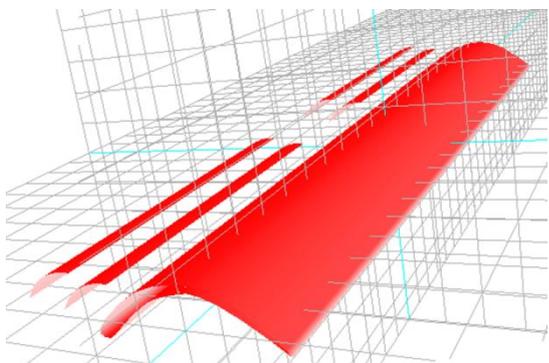


Рис. 8. Вид сверху поверхностей траловой доски и координатной сетки

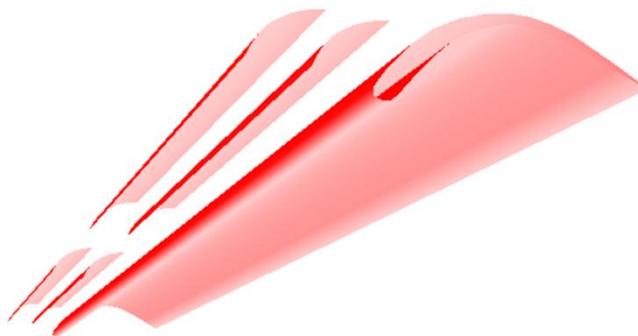


Рис. 9. Вид снизу поверхностей траловой доски

С использованием трехмерной модели траловой доски, построенной при помощи компьютерной программы, методами численного моделирования (методом расщепления) с использованием систем уравнений Навье-Стокса можно рассчитать поле давления, по которому получить графики зависимостей, подобные изображенным на рис. 5–7. Сопоставив графики, полученные в результате численного эксперимента, с графиками, изображенными на рис. 5–7, мы решим поставленную задачу верификации.

### Литература

1. Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. – М.: 1981. – 327 с.
2. Карпенко В.П., Фридман А.Л. Устройства раскрытия рыболовных тралов. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 248 с.
3. Недоступ А.А., Мурашкин Е.А., Давыденко О.А., Петров А.Г., Степанов А.М., Связов А.М. № 2323572. Распорная траловая доска. Патент. Заявка 09 октября 2006 г. Зарегистрирован 10 мая 2008 г.
4. Отчет о рейсе РТМА 7207 «Садко» в районе Юго-Западной Атлантики. Рейсовый отчет 3060 РО. НПО промышленного рыболовства. – Калининград, 1985. – 189 с.

УДК [550.8:622.1:543.411](571.66)

**В.А. Швецов**

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

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПОИСКА И РАЗВЕДКИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

В статье предложен методический прием, позволяющий ускорить транспортирование проб в Центральную лабораторию для определения золота и серебра. Результаты определения оперативно используются геологами для управления геолого-разведочными работами на месторождении.

**Ключевые слова:** золоторудные месторождения, аналитический контроль.

**V.A. Shvetsov**

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

### IMPROVEMENT OF ANALYTICAL CONTROL OF SEARCH AND INVESTIGATION OF GOLD FIELDS OF KAMCHATKA KRAI

The methodical technique allowing to speed up transportation of samples to the Central laboratory for finding gold and silver is offered in the article. The results of finding are quickly used by geologists for management of exploration works on the field.

**Key words:** gold fields, analytical control.

Разведка и добыча золота – приоритетное направление развития экономики Камчатки. При разведке золоторудных месторождений геологи отбирают большое количество проб массой 1–13 кг (десятки тысяч проб) [1]. Пробы необходимо транспортировать в Центральную лабораторию с максимальной скоростью для определения золота и серебра. Результаты определения оперативно используются геологами для управления геолого-разведочными работами на месторождении. Ускорить транспортирование проб можно с помощью следующего методического приема. Из материала геологических проб, дробленых до крупности зерна минус 1 мм отбирают методом квадратования навески массой 110 г. Навески доставляются в Центральную лабораторию различными видами транспорта (часто воздушным транспортом). Затем анализируются пробирным методом. Результаты анализа срочно сообщаются заказчику. Эффективность данного методического приема иллюстрируется результатами следующего эксперимента. Анализовали пробирным методом [2] партию проб кварц-сульфидной золотосодержащей руды. Использовали три аналитические навески: I (измельчены до минус 1 мм) и II (измельчены до минус 0,071 мм) – массой 50 г и III (измельчены до минус 0,071 мм) – массой 10 г. Золотосеребряные корольки и золотые корточки взвешивали на весах ВЛМ-1. При подготовке проб к анализу использовали результаты исследований [3–8]. Результаты анализа приведены в таблице.

Таблица

Результаты анализа проб кварц-сульфидной золотосодержащей руды

№ пробы	Результаты определения Au и Ag, г/г, при использовании навески					
	I – 50 г (–1 мм)		II – 50 г (–0,071 мм)		III – 10 г (–0,071 мм)	
	Au <sub>1</sub>	Ag <sub>1</sub>	Au <sub>2</sub>	Ag <sub>2</sub>	Au <sub>3</sub>	Ag <sub>3</sub>
1	1,8	25,6	1,6	25,2	1,0	30
2	1,3	<5,0	1,4	<5,0	1,0	<5,0
3	1,0	<5,0	0,6	<5,0	1,0	<5,0
4	1,0	<5,0	0,6	<5,0	1,0	<5,0
5	0,6	<5,0	0,2	<5,0	<0,2	<5,0

№ пробы	Результаты определения Au и Ag, г/т, при использовании навески					
	I – 50 г (–1 мм)		II – 50 г (–0,071 мм)		III – 10 г (–0,071 мм)	
	Au <sub>1</sub>	Ag <sub>1</sub>	Au <sub>2</sub>	Ag <sub>2</sub>	Au <sub>3</sub>	Ag <sub>3</sub>
6	0,8	<5,0	0,6	<5,0	1,0	<5,0
7	1,4	<5,0	1,8	<5,0	2,0	<5,0
8	1,4	<5,0	1,8	<5,0	2,0	<5,0
9	1,0	<5,0	0,8	<5,0	1,0	<5,0
10	0,9	<5,0	0,8	<5,0	2,0	<5,0
11	0,5	<5,0	0,4	<5,0	<0,2	<5,0
12	0,7	<5,0	0,2	<5,0	1,0	<5,0
13	0,7	<5,0	0,4	<5,0	1,0	<5,0
14	0,7	<5,0	0,4	<5,0	1,0	<5,0
15	1,1	<5,0	1,2	<5,0	1,0	<5,0
16	1,6	<5,0	1,2	<5,0	1,0	<5,0
17	0,8	<5,0	0,8	<5,0	1,0	<5,0
18	1,4	<5,0	1,4	<5,0	1,0	<5,0
19	1,4	<5,0	1,4	<5,0	1,0	<5,0
20	0,5	9,1	0,6	8,2	1,0	<5,0
21	1,1	43,9	1,6	47,4	1,0	49,0
22	0,3	<5,0	0,2	<5,0	<0,2	<5,0
23	1,0	<5,0	1,0	<5,0	1,0	<5,0
24	1,0	<5,0	1,0	<5,0	1,0	<5,0
25	0,8	<5,0	1,0	<5,0	2,0	<5,0
26	1,9	<5,0	1,6	<5,0	2,0	<5,0
27	1,5	<5,0	2,0	<5,0	2,0	<5,0
28	1,5	<5,0	2,0	<5,0	2,0	<5,0

Из результатов эксперимента следует, что предлагаемую автором методику экспрессного пробирного анализа можно использовать в практике.

### Литература

1. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
2. Пахомова В.В., Швецов В.А. СТП 13-008-09 Стандарт предприятия. Определение золота и серебра в золотосеребряных рудах и продуктах их переработки пробирным методом. – Петропавловск-Камчатский: ОАО «Камчатгеология», 2010. – 17 с.
3. Белавина О.А. Разработка инновационной технологии подготовки проб золотосодержащего минерального сырья к анализу / О.А. Белавина, В.А. Швецов, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина, П.А. Белозеров, В.А. Пахомов // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – Вып. 24. – С. 5–10.
4. Пахомова В.В. Исследование влияния степени измельчения аналитических проб золотосодержащих руд на результаты определения золота атомно-эмиссионным методом / В.В. Пахомова, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Н.В. Адельшина // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – Вып. 23. – С. 37–40.
5. Пахомова В.В. О прогнозировании величины систематической погрешности результатов пробирного анализа / В.В. Пахомова, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – Вып. 19. – С. 29–31.
6. Швецов В.А., Белавина О.А. К вопросу о контроле качества результатов анализа золотосодержащих руд // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2010. – Вып. 11. – С. 49–54.
7. Швецов В.А. К вопросу контроля степени тонкого измельчения лабораторных проб золотосодержащих руд первой группы / В.А. Швецов, О.А. Белавина, Н.В. Адельшина, Д.В. Шунькин, В.В. Пахомова // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2010. – Вып. 14. – С. 16–19.
8. Белавина О.А. Разработка новых методик контроля качества операции перемешивания тонкоизмельченных проб минерального сырья / О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 19–23.

УДК 553.411(571.66)

**В.А. Швецов<sup>1</sup>, О.А. Белавина<sup>1</sup>, А.П. Иванова<sup>2</sup>, М.П. Гузь<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003*

<sup>2</sup>*ОАО «Камчатгеология»,  
Петропавловск-Камчатский, 683016  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ РУД ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

В статье определили восстановительную способность руд золотосодержащих месторождений Камчатского края. Результаты эксперимента позволяют сделать следующие выводы: при расчете шихты для проб руды месторождения «Бараньевское» восстановительную способность проб можно не учитывать; при анализе проб кварц-сульфидной руды месторождения «Кумроч» необходимо рассчитывать состав шихты для каждой пробы с учетом восстановительной способности проб.

**Ключевые слова:** золотосодержащие руды, восстановительная способность руды.

**V.A. Shvetsov<sup>1</sup>, O.A. Belavina<sup>1</sup>, A.P. Ivanova<sup>2</sup>, M.P. Guz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003*

<sup>2</sup>*JSC «Kamchatgeology»,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683016  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

## **DETERMINATION OF ORE REDUCIBILITY OF GOLD-BEARING FIELDS IN KAMCHATKA KRAI**

Ore reducibility of gold-bearing fields in Kamchatka Krai is determined in the article. The results of the experiment allow to draw the following conclusions: when calculating batch for ore samples of the deposit “Baranyevskoye”, reducibility of samples can be not considered; in the analysis of quartz-sulphide ore samples of the deposit “Kumroch” it is necessary to count batch composition for each sample taking into account reducibility.

**Key words:** gold-bearing ores, recovery ability of ore.

Разведка и разработка золоторудных месторождений – приоритетное направление развитие экономики Камчатского края. Контроль качества золотосодержащих руд и продуктов их переработки осуществляется с помощью пробирного анализа [1, 2]. Однако пробирный анализ имеет существенные недостатки: высокую стоимость и низкую производительность. В работе [1] показано, что использование восстановительной способности материала проб золотосодержащих руд в пробирном анализе позволяет повысить его технико-экономические характеристики (снизить расход электроэнергии и материалов, повысить производительность труда. Необходимо установить область применения данного способа [2].

Цель настоящей работы – определить восстановительную способность руд золотосодержащих месторождений Камчатского края и установить необходимость разработки новых методических приемов определения восстановительной способности золотосодержащих руд. Для достижения поставленной цели был выполнен следующий эксперимент. По способу [2] определили восстановительную способность материала проб кварцевой золотосодержащей руды (месторож-

дение «Бараньевское») и кварц-сульфидной золотосодержащей руды (месторождение «Кумроч»). Результаты эксперимента и статистических расчетов приведены в таблице.

Таблица

Результаты определения восстановительной способности материала проб золотосодержащих руд

№ пробы	Восстановительная способность $C_i$ , г/т, проб					
	Кварцевой руды			Кварц-сульфидной руды		
	$C_i$	$C_i - C_{cp}$	$(C_i - C_{cp})^2$	$C_i$	$C_i - C_{cp}$	$(C_i - C_{cp})^2$
1	0	-0,10	0,01	0,40	-0,01	0,0001
2	0,10	0	0	0,20	-0,21	0,0441
3	0,02	-0,08	0,0064	0,60	0,19	0,0361
4	0,22	0,12	0,0144	0,26	-0,15	0,0225
5	0,08	-0,02	0,0004	0,48	0,07	0,0049
6	0,12	0,02	0,0004	0,66	0,25	0,0625
7	0,12	0,02	0,0004	0,94	0,53	0,2809
8	0,16	0,06	0,0036	0,48	0,07	0,0049
9	0,26	0,16	0,0256	1,34	0,93	0,8649
10	0,20	0,10	0,01	0,60	0,19	0,0361
11	0,16	0,06	0,0036	0,36	-0,05	0,0025
12	0,14	0,04	0,0016	0,30	-0,11	0,0121
13	0,28	0,18	0,0324	0,30	-0,11	0,0121
14	0	-0,10	0,01	0,24	-0,17	0,0289
15	0	-0,10	0,01	0,42	0,01	0,0001
16	0,18	0,08	0,0064	0,58	0,017	0,0289
17	0,14	0,04	0,0016	0,34	-0,07	0,0049
18	0,02	-0,08	0,0064	0,26	-0,15	0,0225
19	0	-0,10	0,01	0,26	-0,15	0,0225
20	0,04	-0,06	0,0036	0,24	-0,17	0,0289
21	0,12	0,02	0,0004	0,10	-0,31	0,0961
22	0,02	-0,08	0,0064	0,40	-0,01	0,0001
23	0,04	-0,06	0,0036	0,20	-0,21	0,0441
24	0	-0,10	0,01	0,22	-0,19	0,0361
25	0,04	-0,06	0,0036	0,32	-0,09	0,0081
26	0	-0,10	0,01	0,26	-0,15	0,0225
27	0,06	-0,04	0,0016	0,32	-0,09	0,0081
28	0	-0,10	0,01	0,26	-0,15	0,0225
29	0,16	0,06	0,0036	0,52	0,11	0,0121
30	0,22	0,12	0,0144	0,44	0,03	0,0009
$\Sigma$	2,9	-0,10	0,2204	12,3	-0,153	1,771
Среднее значение $C_{cp}$	0,10			0,41		
Дисперсия $S^2$	0,0076			0,0611		
Стандартное отклонение $S$	0,0872			0,2471		
Коэффициент вариации $V$ , %	87,2			60,3		

Результаты эксперимента и расчетов позволяют сделать следующие выводы:

1. При расчете шихты для проб руды месторождения «Бараньевское» восстановительную способность проб можно не учитывать, т. к. при постоянной массе восстановителя (2 г) масса веркблеев будет находиться в допустимом интервале значений 30–35 г.

2. При анализе проб кварц-сульфидной руды месторождения «Кумроч» необходимо рассчитывать состав шихты для каждой пробы с учетом ее восстановительной способности, т. к. отклонение массы веркблея от оптимального значения (30 г) может достигать 33,5 г, что приведет к снижению технико-экономических характеристик анализа.

3. Необходимо разработать экспрессный и дешевый способ определения восстановительной способности проб кварц-сульфидных золотосодержащих руд, основанный на использовании органолептических характеристик проб [3–5].

### Литература

1. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
2. Пробоотбирание и анализ благородных металлов. Справочник / Под ред. И.Ф. Барышникова. – М.: Металлургия, 1978. – 432 с.

3. *Швецов В.А.* К вопросу контроля степени тонкого измельчения лабораторных проб золотосодержащих руд первой группы / В.А. Швецов, О.А. Белавина, Н.В. Адельшина, Д.В. Шунькин, В.В. Пахомова // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та.– Петропавловск-Камчатский, 2010. – Вып. 14. – С. 16–19.

4. *Белавина О.А.* Разработка новых методик контроля качества операции перемешивания тонкоизмельченных проб минерального сырья / О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та.– Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 19–23.

5. *Швецов В.А., Белавина О.А.* К вопросу о контроле качества результатов анализа золотосодержащих руд // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2010. – Вып. 11. – С. 49–54.

УДК 553.411:546.5

Д.В. Шункин<sup>1</sup>, В.А. Швецов<sup>1</sup>, **В.П. Чичева<sup>2</sup>**, О.А. Белавина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003

<sup>2</sup>ОАО «Камчатгеология»,  
Петропавловск-Камчатский, 683016  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ВАРЬИРОВАНИЯ МАССЫ НАВЕСОК В ПРОБИРНОМ АНАЛИЗЕ КВАРЦ-СУЛЬФИДНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

В статье предложено использовать в рутинном пробирном анализе проб кварц-сульфидных руд метод варьирования навесок. Это позволяет снизить массу аналитической навески и необходимую массу свинцового сплава (веркблея). Использование веркблеев массой 5–16 г в пробирном анализе позволяет повысить в два раза экспрессность операции купелирования свинцовых сплавов и снизить расход электроэнергии.

**Ключевые слова:** кварц-сульфидные золотосодержащие руды, пробирный анализ, метод варьирования массы навесок.

D.V. Shunkin<sup>1</sup>, V.A. Shvetsov<sup>1</sup>, **V.P. Chicheva<sup>2</sup>**, O.A. Belavina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003

<sup>2</sup>JSC «Kamchatgeology»,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683016  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

## USING THE SAMPLE WEIGHT VARIATION METHOD IN THE ASSAY ANALYSIS OF QUARTZ-SULPHIDE GOLD-BEARING ORES

The article proposes to use the method of sample variation in the routine assay analysis of quartz-sulphidic ores. It allows to reduce sample weight and necessary weight of lead alloy (lead bullion). Using the lead bullions weighing 5–16 g in the assay analysis allows to raise twice the cupellation rapidness of lead alloys and to reduce the power consumption.

**Key words:** quartz-sulphide gold-bearing ores, assay analysis, sample weight variation method.

Известно [1], что для контроля правильности результатов анализа может быть использован метод варьирования массы навесок. Этим методом можно выявить такой источник систематической погрешности результатов анализа, как неполнота извлечения определяемого компонента из пробы при ее вскрытии. Необходимость использования данного метода в рутинном пробирном анализе обоснована в работах [2–4]. Авторы предлагают использовать метод варьирования навесок с целью повышения технико-экономических характеристик пробирного анализа кварц-сульфидных золотосодержащих руд. Для обоснования данного предложения анализировали партию проб, отобранных на одном из золоторудных месторождений Камчатского края. Подготовку проб к анализу выполнили с учетом результатов исследований [5–8]. Каждую пробу анализировали дважды по методике [9]. При первом определении золота и серебра в пробах использовали аналитические навески массой 25 г, при втором – навески массой 10 г. При втором определении содержания благородных металлов в пробах из состава шихты исключили восстановитель. Результаты определения золота в пробах приведены в таблице.

Результаты определения содержаний золота в пробах кварц-сульфидной руды

№ пробы	Интервал содержаний Au, г/т	I определение Au		II определение Au		$d_r, \%$	Норматив контроля 0,5 D <sub>r</sub> , %
		Масса Pb, г	C <sub>Au1</sub> , г/т	Масса Pb, г	C <sub>Au2</sub> , г/т	$\frac{2(C_1 - C_2) \cdot 100\%}{C_1 + C_2}$	
1	0,5–1,9	28,0	1,24	5,0	1,40	-12,1	62,9
2		27,0	1,00	10,0	1,10	-9,5	
3		27,2	3,24	11,0	2,90	11,1	
4		32,5	1,72	11,0	1,60	7,2	
5		33,5	1,16	12,5	1,10	5,3	
6		33,0	1,28	12,5	1,10	15,1	
7		25,0	0,92	13,0	0,90	2,2	
8		26,0	1,68	10,5	1,10	41,7	
9		34,5	1,88	16,0	2,20	-15,7	
10		32,5	1,20	13,0	1,00	18,2	
11		25,5	1,08	12,0	1,10	-1,8	
12		25,0	1,36	8,5	1,50	-9,8	
13		35,0	1,08	13,0	1,00	7,7	
14		36,0	1,00	8,0	0,80	22,2	
15		30,0	1,44	7,0	1,70	-16,6	
16		32,5	1,28	10,0	1,28	0	
Среднее значение		30,0	1,41	10,8	1,38	2,14	
1	2,0–4,9	27,0	3,24	11,0	2,90	11,01	41,9
2		30,0	2,08	10,5	1,50	31,9	
3		26,0	2,00	10,0	2,00	0	
4		27,0	2,80	12,0	2,50	11,3	
5		34,5	1,88	16,0	2,20	-15,8	
6		29,0	2,24	11,0	1,60	33,3	
7		34,0	2,76	14,0	3,30	-17,8	
8		35,5	2,12	14,1	2,50	-16,5	
Среднее значение		30,4	2,39	12,3	2,31	3,40	

Из результатов экспериментов, приведенных в таблице, следует, что снижение массы аналитической навески позволяет снизить необходимую массу свинцового сплава (веркблея). Использование веркблеев массой 5–16 г в пробирном анализе позволяет повысить в два раза экспрессность операции купелирования свинцовых сплавов и снизить расход электроэнергии.

Вывод. В рутинном пробирном анализе проб кварц-сульфидных руд целесообразно использовать метод варьирования навесок.

### Литература

1. Смагунова А.Н., Шмелева Е.И., Швецов В.А. Алгоритмы оперативного и статистического контроля качества работы аналитической лаборатории. – Новосибирск: Наука, 2008. – 60 с.
2. Швецов В.А., Пахомова В.В., Чичева В.П. Устранение факторов, влияющих на потери благородных металлов в тиглях пробирной плавки // Журнал аналитической химии. – 1988. – Т. 44. – № 6. – С. 1066–1068.
3. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
4. Пахомова В.В. Об использовании метода варьирования массы навесок для контроля качества результатов пробирного анализа / В.В. Пахомова, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – Т. 78. – № 6. – С. 64–65.
5. Белавина О.А. Разработка инновационной технологии подготовки проб золотосодержащего минерального сырья к анализу / О.А. Белавина, В.А. Швецов, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина, П.А. Белозеров, В.А. Пахомов // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – Вып. 24. – С. 5–10.

6. *Пахомова В.В.* Исследование влияния степени измельчения аналитических проб золото-содержащих руд на результаты определения золота атомно-эмиссионным методом / В.В. Пахомова, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Н.В. Адельшина // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – Вып. 23. – С. 37–40.

7. *Пахомова В.В.* О прогнозировании величины систематической погрешности результатов пробирного анализа / В.В. Пахомова, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та.– Петропавловск-Камчатский, 2012. – Вып. 19. – С. 29–31.

8. *Швецов В.А., Белавина О.А.* К вопросу о контроле качества результатов анализа золото-содержащих руд // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2010. – Вып. 11. – С. 49–54.

9. *Пахомова В.В., Швецов В.А.* СТП 13-008-09 Стандарт предприятия. Определение золота и серебра в золотосеребряных рудах и продуктах их переработки пробирным методом. – Петропавловск-Камчатский: ОАО «Камчатгеология», 2010. – 17 с.

### Секция 3. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 664.951:637.027

**О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов, Н.В. Самойлова**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: procyon@mail.ru*

#### **РАЗРАБОТКА МЕХАТРОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕЗКИ РЫБНОГО ФИЛЕ НА ЛОМТИКИ**

Предложено мехатронное устройство для резки рыбного филе, содержащее, по меньшей мере, два дисковых ножа, которые установлены на роторе и снабжены приводами. В качестве приспособления для подачи филе использован снабженный приводом конвейер, в котором плоскостью подачи является лента, выполненная с перфорацией. Ротор закреплен на каретке с возможностью вращения от отдельного привода. Прижимное приспособление выполнено в виде связанной с вакуумным насосом камеры. Устройство снабжено прибором для получения видеоизображения филе и источником света, установленными над конвейерной лентой перед кареткой, а также вычислительным блоком. Улучшается качество нарезки рыбного филе и повышается производительность.

**Ключевые слова:** рыбное филе, устройство, видекамера, ломтик, дисковый нож, мехатроника.

**O.V. Ageev, Y.A. Fatykhov, N.V. Samoilova**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: procyon@mail.ru*

#### **DEVELOPMENT OF MECHATRONIC DEVICE FOR SLICING FISH FILLET**

The mechatronic device for slicing fish fillet is proposed. It has at least two circular knives, which are mounted on the rotor and provided with drives. Provided with a drive the conveyor is used as a device for feeding fillet. The perforated strip of the conveyor is the plane of feeding. The rotor is mounted on the carriage and rotated by a separate drive. The pressing device is made in the form of a vacuum chamber connected with a pump. The device is provided with a device for receiving video of fillet and a light source which are mounted above the conveyor strip before the carriage. Also it is provided with a computing unit. The quality of cutting of fish fillet is improved and the productivity is increased.

**Key words:** fish fillet, device, videocamera, slice, circular knife, mechatronics.

В настоящее время одним из наиболее востребованных продуктов рыбной отрасли является обесшкуренное рыбное филе. Экономически выгодным является изготовление порционированного филе, нарезанного на ломтики. Наиболее привлекательными и доступными для потребителей являются ломтики филе, имеющие малую толщину и небольшую массу [1].

Исходным сырьем для изготовления филе-ломтиков является обесшкуренное рыбное филе, полученное при машинной разделке рыбы. Готовым продуктом являются ломтики рыбного филе, предназначенные для дальнейшей упаковки, охлаждения, транспортировки и реализации потребителю. Процесс резки филе на ломтики оказывает существенное влияние на качество и потребительские достоинства готового продукта. Резка филе вручную является очень трудоемким и травмоопасным процессом, в связи с чем необходимо соответствующее технологическое обо-

рудование – слайсеры. Таким образом, большое значение имеют технологические возможности, эффективность и качество работы оборудования для нарезки на ломтики рыбного филе [2].

Основными проблемами реализации процесса резки филе являются следующие [3]:

- обеспечение высокой точности разрезания филе на ломтики, имеющие привлекательный внешний вид, а также различные толщину и ширину, зависящие от вида рыбы;
- обеспечение высокого качества поверхности реза без выхватов мяса и неровностей.

Для изготовления ломтиков филе с заданными характеристиками (толщиной и шириной) исходное сырье должно разрезаться послойно. Это достигается путем выполнения наклонных разрезов под заданными углами к прямолинейному направлению перемещения сырья. При этом для обеспечения высокого качества поверхности ломтиков сила сопротивления резанию должна быть минимальной [4].

Недостатками известных устройств является резка рыбного филе на ломтики только одной заданной толщины. Во многих слайсерах выполняются только вертикальныерезы, параллельные плоскости расположения дисковых ножей. Для изменения толщины ломтиков требуются демонтаж и замена ножевого вала. Кроме того, качество и скорость резания зачастую являются низкими, поскольку филе прижимается к дисковым ножам только под действием силы тяжести. В ряде машин цикл работы режущего инструмента включает холостой ход. Отсутствуют измерительные приспособления для получения информации о размерах филе.

Предлагаемое устройство решает задачи улучшения качества нарезки рыбного филе за счет снижения сил сопротивления резанию с одновременным улучшением прижима филе и возможности регулирования толщины ломтиков, а также повышения производительности за счет увеличения скорости нарезки филе режущим приспособлением с одновременным повышением скорости подачи.

Для достижения необходимого технического результата в устройстве для резки рыбного филе на ломтики, содержащем режущее приспособление с дисковым ножом и приспособление для подачи филе, установленные с образованием острого угла между дисковым ножом и плоскостью подачи, прижимное приспособление, каретку, в качестве приспособления для подачи филе использован снабженный приводом конвейер, в котором плоскостью подачи является перфорированная лента.

Режущее приспособление, содержащее, по меньшей мере, два дисковых ножа, установлено на роторе и снабжено приводом. Ротор закреплен на каретке с возможностью вращения от отдельного привода, причем каретка установлена над лентой конвейера с возможностью регулировки угла наклона относительно ленты конвейера.

Прижимное приспособление выполнено в виде связанной с вакуумным насосом камеры, расположенной под перфорированной лентой в конвейере под кареткой. Устройство дополнительно снабжено прибором для получения видеоизображения филе и источником света, установленными над конвейерной лентой перед кареткой, а также вычислительным блоком, который связан с приводами конвейера, ротора, дисковых ножей, прибором для получения видеоизображения филе, источником света и вакуумным насосом.

Наличие вычислительного блока, выполненного, например, в виде микроЭВМ, позволяет определить размеры, форму филе и линии рационального резания, а также сформировать управляющие воздействия на приспособление для подачи филе, режущее приспособление и прижимное приспособление. Программа вычислительного блока позволяет на основании полученной видеoinформации о размерах и форме филе формировать в процессе обработки каждого экземпляра автоматическое задание скорости подачи филе, скорости вращения ротора и дисковых ножей, а также определять оптимальные моменты включения вакуумного насоса для надежного прижима филе при резании.

Оси дисковых ножей перемещаются по дуге относительно филе, а плоскости ножей расположены под углом к направлению движения филе. Это существенно снижает силы сопротивления резанию и улучшает качество поверхности реза. Одновременное вращение дисковых ножей и перемещение их осей по дуге относительно филе обеспечивают режим скользящего резания, который наиболее эффективен с точки зрения энергозатрат и качества резания [5]. Это позволяет повысить скорость нарезки филе на ломтики, что повышает производительность, существенно снижает удельные нагрузки на ножи и затраты энергии.

На рис. 1 показан общий вид устройства со стороны вычислительного блока; на рис. 2 – общий вид без опорной рамы; на рис. 3 – общий вид со снятыми перфорированной лентой конвейера и режущим приспособлением. На схемах приняты следующие обозначения: 1 – конвейер; 2 – опорная рама; 3 – лента конвейера; 4 – отверстие ленты; 5, 6 – привод конвейера; 7, 8 – кронштейн; 9 – прибор для получения видеоизображения; 10 – источник света; 11 – вычислительный блок; 12, 13 – паз кронштейна; 14 – каретка; 15 – ротор; 16, 17, 18 – привод ножа; 19, 20, 21 – дисковый нож; 22 – привод ротора; 23 – вакуумный насос; 24 – вакуумная камера; 25 – полости вакуумной камеры; 26 – лоток; 27 – филе; 28 – ломтик.

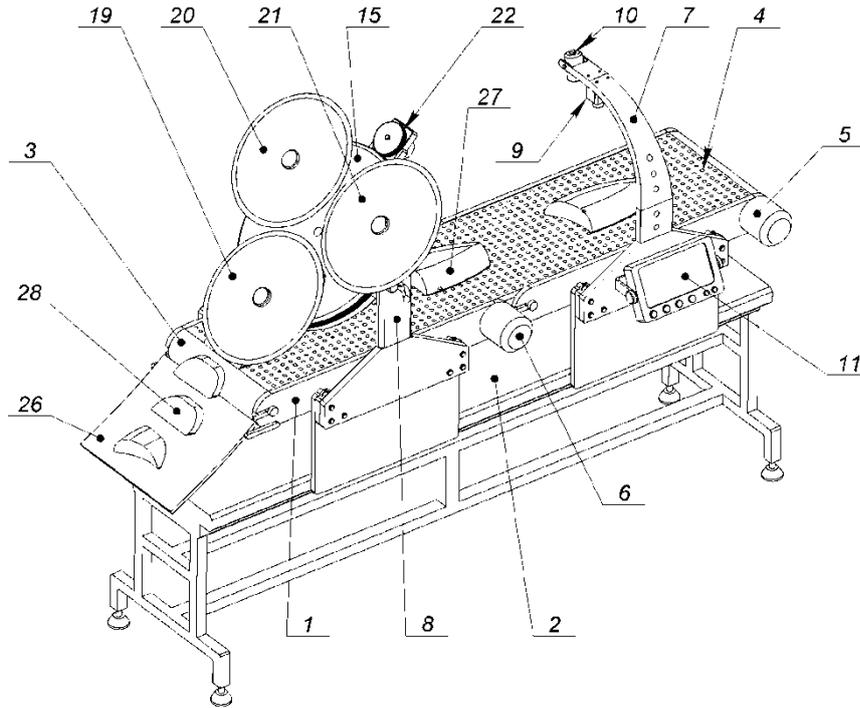


Рис. 1. Устройство для резки на ломтики рыбного филе, общий вид со стороны вычислительного блока

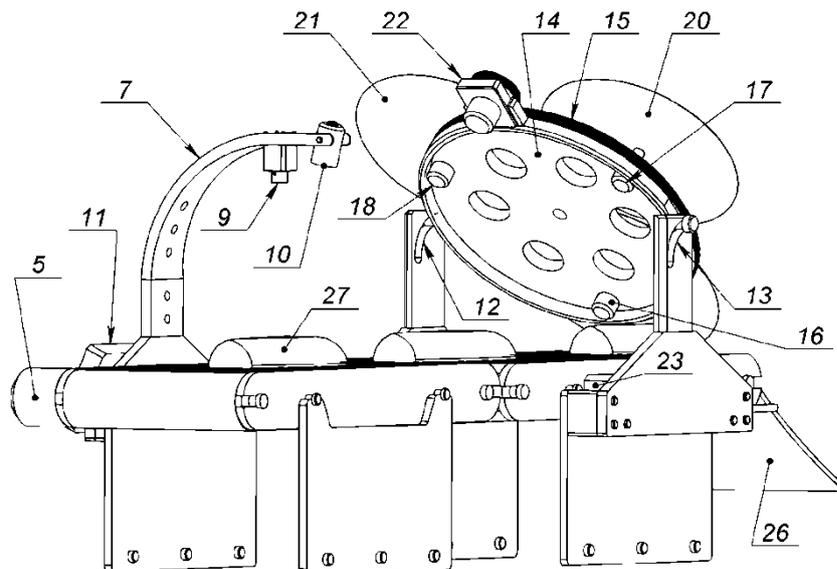


Рис. 2. Устройство для резки на ломтики рыбного филе, общий вид без опорной рамы

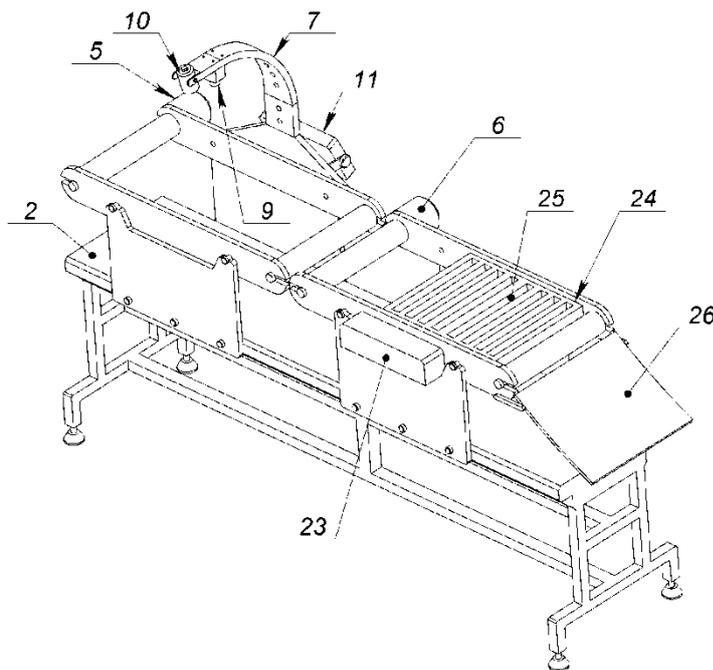


Рис. 3. Устройство для резки на ломтики рыбного филе, общий вид со снятыми перфорированной лентой конвейера и режущим приспособлением

В предлагаемом техническом решении введение прибора для получения видеоизображения филе и источника света позволяет передавать информацию о размерах и форме филе в вычислительный блок для расчета параметров рациональной нарезки филе при заданной толщине ломтиков. Улучшение качества готового продукта достигается за счет установки под углом к направлению перемещения филе приводимых во вращение дисковых ножей, поочередно осуществляющих скользящее резание.

Возможность регулировки угла наклона каретки с режущим приспособлением относительно ленты конвейера позволяет установить наилучший угол нарезки ломтиков в зависимости от консистенции сырья, что улучшает качество поверхности реза. Перемещение дисковых ножей ротором по дуге относительно филе с одновременным их вращением значительно снижает силы сопротивления резанию, что создает оптимальные условия резания и улучшает качество поверхности ломтиков.

Установка дисковых ножей на роторе, приводимом во вращение, существенно увеличивает производительность устройства, поскольку возрастает скорость нарезки ломтиков и полностью исключается холостой ход режущего приспособления. Использование вакуумной камеры и конвейера с перфорированной лентой позволяет надежно фиксировать филе во время резания и повысить скорость подачи филе, что также способствует улучшению качества ломтиков и увеличению производительности. Использование вычислительного блока, управляющего вращением ротора и дисковых ножей, а также подачей филе к ножам, позволяет осуществлять рациональную нарезку на ломтики заданной толщины при различных размерах и форме сырья.

Оператор выполняет предварительную регулировку угла нарезки в зависимости от консистенции филе, регулируя угол наклона каретки 14 путем ее перемещения и фиксации в дугообразных пазах 12 и 13 кронштейна 8. После этого оператор включает электропитание устройства и задает в вычислительном блоке 11 необходимую толщину ломтиков 28 филе. Вычислительный блок 11 подает команды запуска на приводы 5 и 6 конвейера 1, а также включает источник света 10 и прибор для получения видеоизображения 9. Филе 27 помещается на перемещающуюся ленту 3 конвейера 1 и передвигается лентой 3 в поле зрения прибора для получения видеоизображения 9. Скорость движения ленты 3 регулируется вычислительным блоком 11. При этом филе освещается источником света 10.

Прибор для получения видеоизображения 9 формирует видеокادر и передает видеоизображение филе 27 в вычислительный блок 11, который рассчитывает наилучшие параметры нарезки

в зависимости от заданной толщины ломтиков 28. Вычислительный блок 11 запоминает размеры филе 27 и отслеживает его перемещение на конвейере 1. Далее филе 27 перемещается по ленте 3 в сторону каретки 14. При подходе филе 27 к каретке 14 вычислительный блок 11 подает команду на вакуумный насос 23, который создает вакуум в полостях 25 вакуумной камеры 24. Поскольку в ленте 3 имеются отверстия 4, филе 27 присасывается к поверхности ленты 3 и надежно удерживается на ней во время движения ленты 3.

Вычислительный блок 11 подает команды запуска на привод 22 ротора 15 и на приводы 16, 17, 18 ножей 19, 20, 21. Дисковые ножи 19, 20, 21 и ротор 15 приводятся во вращение. Ротор 15 вращается со скоростью, которая регулируется вычислительным блоком 11, при этом толщина нарезки ломтиков 28 определяется скоростью подачи филе 27 лентой 3 и скоростью вращения ротора 15 с дисковыми ножами 19, 20, 21. При прохождении филе 27 под кареткой 14 вращающиеся дисковые ножи 19, 20, 21 поочередно срезают с филе 27 ломтики 28. При этом каждый дисковый нож срезает один ломтик, а за время полного оборота ротора 15 срезается три ломтика. Во время нарезки филе 27 подается под режущее приспособление лентой 3 и прижимается к ленте 3 вакуумной камерой 24 за счет вакуума, образованного в полостях 25 вакуумным насосом 23. Нарезанные ломтики 28 выводятся из устройства по лотку 26.

Таким образом, при использовании предлагаемого устройства обеспечиваются улучшение качества ломтиков и повышение производительности резки рыбного филе на ломтики. Как показывают промышленные исследования, увеличивается производительность при резке рыбного филе, а расход электроэнергии сокращается. Это позволяет обеспечить ресурсосбережение на производстве.

Устройство обеспечивает качественную резку рыбного филе на ломтики, что позволяет исключить трудоемкие операции ручной обработки, улучшить потребительские свойства готового продукта, а также сократить количество персонала на производстве.

### Литература

1. *Агеев О.В.* Совершенствование технологического оборудования для первичной обработки рыбы: опыт, проблематика, системный подход: Моногр. / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2015. – 261 с.
2. *Агеев О.В.* Мехатронное устройство для резки рыбного филе с параллельной кинематикой / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов // Инновационное развитие техники пищевых технологий: Материалы междунар. науч.-техн. конф. / ФГБОУ ВПО «Воронеж. гос. ун-т инж. технол.». – Воронеж: Изд-во ВГУИТ, 2015. – С. 311–318.
3. *Агеев О.В.* Разработка мехатронного устройства для порционирования рыбных продуктов на основе пространственного механизма параллельной структуры / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов, К.В. Бабарькин // Известия Калининградского гос. техн. ун-та. – 2015. – № 39. – С. 65–76.
4. *Агеев О.В.* Разработка мехатронного устройства для резки рыбного филе на пласт / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов, К.В. Бабарькин // Стандартизация, управление качеством и обеспечение информационной безопасности в перерабатывающих отраслях АПК и машиностроении: Материалы междунар. науч.-техн. конф. / ФГБОУ ВПО «Воронеж. гос. ун-т инж. технол.». – Воронеж: Изд-во ВГУИТ, 2015. – С. 354–362.
5. *Фатыхов Ю.А.* Математическая модель процесса резания рыбного филе дисковым ножом / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев // Известия Калининградского гос. техн. ун-та. – 2007. – № 12. – С. 42–51.

УДК 664.644:635

**А.А. Аллерт, М.Н. Альшевская**

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

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОВОЩНЫХ МАСС НА КАЧЕСТВО  
И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

В статье рассмотрена проблема необходимости расширения ассортимента хлебобулочных изделий и способ ее решения путем обогащения пищевых продуктов растительным сырьем. Представлены исследования, направленные на изучение влияния обогатителей растительного происхождения на подъемную силу и жизнеспособность дрожжевых клеток.

**Ключевые слова:** хлебобулочные изделия, обогащение, подъемная сила дрожжей.

**A.A. Allert, M.N. Alshevskaya**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236000  
e-mail: marina.alshevskaya@klgtu.ru*

**INFLUENCE OF VEGETABLE MASSES ON QUALITY AND VIABILITY OF BAKERY  
YEAST IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL BAKERY PRODUCTS**

The article deals with the problem of the need to expand the range of bakery products and the way to solve it by enriching foods with vegetable raw materials. The researches on the effect of plant enrichers on baking strength and viability of yeast cells are presented.

**Key words:** bakery products, enrichment, yeast baking strength.

Стремление россиян сделать свой рацион здоровым заставляет производителей задуматься о разработке и включении в свою линейку принципиально новых продуктов питания, так называемых эко-продуктов – по-настоящему натуральных, произведенных без использования консервантов, синтетических красителей, искусственных добавок, и с большим содержанием полезных ингредиентов и витаминов [1]. Спрос на такую продукцию велик, несмотря на то, что ее цена может в разы превышать стоимость обычных изделий.

Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 года № 559-р), разработанная с учетом «Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года», также подчеркивает необходимость расширения производства «здоровых» продуктов питания, обладающих функциональными, лечебно-профилактическими, геронтологическими и другими специализированными свойствами [2].

Ежедневное повсеместное потребление хлеба позволяет считать его одним из важнейших продуктов питания, пищевая ценность которого имеет первостепенное значение.

Каждое современное хлебопекарное производство стремится к расширению ассортимента и созданию высококачественной продукции [2]. Однако решение этой проблемы невозможно без внедрения новых технологий и использования новых видов сырья [3].

Уже сейчас известны разработки хлебобулочных изделий, обогащенных продуктами переработки зерновых, масличных, плодово-ягодных культур. Активно используют различного вида овощные цукаты, а также порошки из тыквы, моркови, чеснока и других продуктов переработки растительного сырья [4, 5].

Перспективными видами растительного сырья, еще не полностью внедренными в технологию хлебобулочных изделий, но обладающими рядом преимуществ, могут рассматриваться овощные массы (свеклы, моркови и петрушки). Для обогащения хлебобулочных изделий целесообразно использование данных ингредиентов, поскольку предоставляется возможность не только обогатить продукт дефицитными компонентами, что в свою очередь позволит восполнить недостаток биологически активных веществ в пище, но и улучшить, «украсить» продукт, что, несомненно, привлечет внимание не только взрослых потребителей, но и детей.

Производство хлебобулочных изделий включает сложный цикл микробиологических и биохимических процессов, происходящих в тесте с момента смешивания муки с водой и заканчивающихся выпечкой [6]. Одним из наиболее важных технологических процессов является брожение теста, благоприятное протекание которого, несомненно, зависит от физиологического состояния и биохимической активности применяемых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, способных сбраживать сахара с образованием спирта и диоксида углерода [6, 7].

От жизнеспособности и подъемной силы хлебопекарных дрожжей зависит структура полуфабрикатов, объем и форма готовых хлебобулочных изделий [8]. В связи с этим возникает необходимость изучения влияния растительных ингредиентов (масс моркови, свеклы, петрушки) на показатели качества хлебопекарных дрожжей, а именно подъемной силы и жизнеспособности дрожжевых клеток.

Исследования проводили на кафедре технологии продуктов питания Калининградского государственного технического университета.

Подъемную силу дрожжей определяли ускоренным методом по времени всплывания шарика теста, замешенного с добавлением обогатителей из расчета овощных масс на 7 г муки, в соответствии с методикой Пашенко [9].

Подъемная сила дрожжей характеризуется временем, прошедшим с момента опускания шарика в воду до момента его всплытия [9].

Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние масс моркови, свеклы и петрушки на подъемную силу дрожжей

Образец	Значение показателя подъемной силы
Контроль	11 мин 20 с
С внесением свекольной массы	8 мин 00 с
С внесением морковной массы	8 мин 03 с
С внесением массы петрушки	9 мин 30 с

Согласно данным табл. 1, подъемная сила хлебопекарных дрожжей с внесением свекольной, морковной массы и массы петрушки увеличилась по сравнению с контролем на 3 минуты 20 с; на 3 мин 17 с и на 1 мин 50 с, соответственно, что связано с наличием большого количества питательных веществ (витаминов группы В, сахаров, минеральных веществ и др.) в овощных массах.

Влияние овощных масс на жизнеспособность дрожжей определяли микроскопированием окрашенных препаратов.

Для этого была поставлена серия опытов: в суспензию, изготовленную из прессованных дрожжей и воды при соотношении компонентов в массовых долях 1:3 из расчета расхода данной суспензии на 100 г муки, добавляли 3% обогатителей. Полученную смесь выдерживали в течение 120 мин при температуре 30°C, при этом каждые 30 мин определяли жизнеспособность дрожжевых клеток посредством микроскопирования с объективом 40 (суспензию помещали на предметное стекло, подсушивали и окрашивали 0,05%-ным водным раствором метиленовой сини).

Живые клетки окрашивались полностью, иллюстрация этого явления представлена на рис. 1.

На приведенном рисунке видны ярко окрашенные клетки, эти клетки являются жизнеспособными, т. е. продолжающими потреблять питательные вещества, выделять углекислый газ и другие продукты обмена, разрыхляющие опару и тесто.

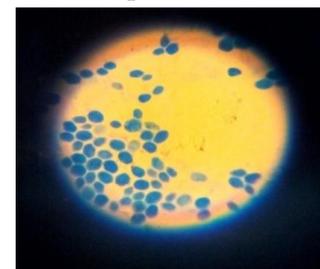


Рис. 1. Жизнеспособные и нежизнеспособные дрожжевые клетки

На рис. 2 представлено влияние овощных масс на динамику жизнеспособности дрожжевых клеток.

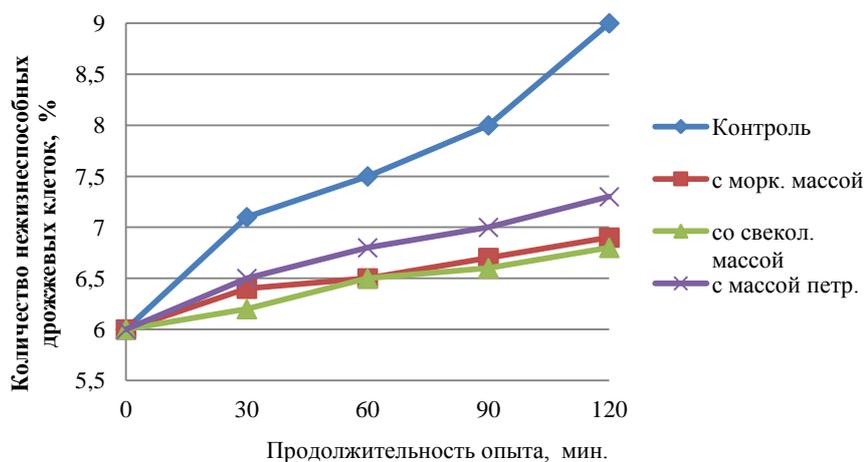


Рис. 2. Влияние овощных масс на жизнеспособность дрожжевых клеток

Рис. 2 свидетельствует о том, что динамика жизнеспособности дрожжевых клеток имеет в среднем общую закономерность. Однако через два часа выдержки количество нежизнеспособных дрожжевых клеток в контрольном образце значительно превзошло образцы со смесью, в которую вносились обогатители. Таким образом, реакция клеток в среде, содержащей растительные ингредиенты, приводит к снижению количества нежизнеспособных клеток.

Увеличение числа жизнеспособных дрожжевых клеток в суспензиях с овощными обогатителями связано со стимулирующим действием отдельных веществ, содержащихся в растительных ингредиентах, таких как сахара, витамины, минеральные вещества и другие, служащие дополнительным источником энергии для поддержания жизнедеятельности дрожжей.

Кроме того, содержащиеся в овощах калий, кальций и натрий, способны активировать ферменты, присутствующие в дрожжевой клетке, стимулирующие сбраживание сахаров – мальтозы и мальтотриозы, превращая их в спирт и углекислый газ, что в свою очередь влияет на скорость брожения теста [3, 9]. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования овощных масс моркови, свеклы и петрушки в качестве биостимулятора развития дрожжевых клеток, что безусловно окажет положительный эффект и на качество готовых изделий.

## Литература

1. Матвеева И.В. Хлебопекарная промышленность сегодня: меняются ли приоритеты // Хлебопродукты. – 2007. – № 10. – С. 2–5.
2. Основы государственной политики в области здорового питания до 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://infofoodsupplements.ru/topic/181-osnovyi-gosudarstvennoy-politiki-v-oblasti-zdorovogo-pita-niya-do-2020g>
3. Иунихина Е.В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий для здорового питания на основе применения нетрадиционного сырья: Автореф. дис. ... канд. тех. наук. – М., 2015. – 24 с.
4. Борисенко Д.В. Овощные функциональные ингредиенты в технологии хлеба с повышенной микробиологической устойчивостью: Дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2014. – 155 с.
5. Исабаева И.Б. Пюре из пассированной тыквы в производстве сухарей // Хлебопечение России. – 2000. – № 4. – С. 30.
6. Дрожжи и их жизнедеятельность [Электронный ресурс]. – URL: <http://hlebinfo.ru/tema-13-hlebopekarnye-drozhzhi-vliyanie-usloviy-na-zhiznedeyatelnost-drozhzhey.html>
7. Застрогина Н.М. Хлебобулочные изделия геродиетического назначения / Н.М. Застрогина. – ФГОУ «ВГУИТ», 2015. – 199 с.
8. Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 559 с.
9. Пащенко Л.П., Санина Т.В., Столярова Л.И. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий). – М.: Колос С, 2007. – 215 с.
10. Роль дрожжей в хлебопечении [Электронный ресурс]. – URL: [http://revolution.allbest.ru/biology/00546436\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/biology/00546436_0.html)

УДК 664.649:634.7(571.6)

**М.В. Благодравова, А.Э. Кузьмина**

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

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ КАМЧАТСКОГО КРАЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРАМЕЛИ**

В статье дана характеристика растительного сырья, перспективного при производстве карамели. Приведены результаты исследования органолептических показателей карамели, приготовленной с использованием ягодного сырья Камчатского края.

**Ключевые слова:** ягоды, карамель, вкус, запах, органолептические показатели, органометрия.

**M.V. Blagonravova, A.E. Kuzmina**

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

### **PROSPECTS FOR USING PLANT MATERIALS OF KAMCHATKA KRAI IN THE PRODUCTION OF CAMEL**

The article describes the characteristics of the berries promising in the caramel production, the study of organoleptic characteristics of caramel, made with using berry raw materials of the Kamchatka region.

**Key words:** berries, caramel, taste, smell, organoleptic characteristics, organometry.

На Камчатке произрастает огромное количество дикорастущих садовых растений и ягод, обладающих высокой биологической и пищевой ценностью за счет высокого содержания в них витаминов, органических кислот, минеральных веществ и др. Надо отметить, что промышленная добыча и переработка дикорастущих растений Камчатки ведется в крайне незначительных объемах. Перспективным направлением в технологии кондитерских изделий, в частности карамели, является использование растительного сырья Камчатского края.

Растительное сырье является богатым источником многих полезных веществ – фитоконпонентов, среди которых особо ценными считаются парафармацевтики, или минорные компоненты. К ним относятся биологически активные вещества с фармакологическим эффектом, благотворно влияющие на функции организма человека. Антисептические, фунгицидные, антиокислительные функции фитоконпонентов издавна использовались человеком при сохранении качества пищевых изделий. Фитоконпоненты за выраженную полифункциональность относят к барьерам комплексного действия [1].

В состав растительного сырья, экстрактов и препаратов на их основе входят эфирные масла, органические кислоты, алкалоиды, гликозиды, сапонины, кумарины, каротиноиды, фитонциды, флавоноиды, пищевые волокна, микроэлементы и множество вторичных метаболитов. Растительное сырье богато витаминами и витаминоподобными веществами. К витаминам-коферментам относятся В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>12</sub>, РР, биотин. Антиоксидантное действие оказывают витамины С, Е, а также каротиноиды (β-каротин, ликопин, лютеин) [2–7]. Растения содержат большой набор минеральных элементов. Бактериостатическими и бактерицидными свойствами обладают фитонциды. Они продуцируются некоторыми растениями, на их биосинтезе основан естественный иммунитет растений.

Введение в состав карамели нетрадиционных растительных культур и дикоросов Камчатки даст возможность не только создавать активные в биологическом отношении аминокислотные

комплексы, но и позволит оказывать значительное влияние на органолептические показатели, структурно-механические свойства продукции, ход реакций цветообразования, окисления, ферментации и др.

Кроме того, многие дикорастущие растения Камчатского края обладают бактериостатическим, бактерицидным, антиокислительным действием, что может оказать положительное воздействие на сохранение качества готовой продукции, а также позволит увеличить сроки ее годности.

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 информацией о медицинском и фармацевтическом воздействии фитопрепаратов на организм человека.

Как известно, история карамели начинается с древних времен, когда индийские далиты жарили на огне стебли сахарного тростника и таким образом уже тогда могли наслаждаться неким подобием карамели. Популярной эта технология стала лишь в 14–16 веках. Первым совместил сладость карамели и полезность, но горечь некоторых трав немецкий фармацевт Карл Солдан в 1899 г. Его дочь наотрез отказывалась пить горькие микстуры, так появились целебные конфеты, типа нынешнего «стрепсилса» [8].

В наше время карамель занимает значительный объем производства среди сахаристых кондитерских изделий и пользуется большим покупательским спросом у всех возрастных групп населения. Карамель является одним из любимых среди потребителей всех возрастов продуктом, но в настоящий момент для нее свойственно низкое содержание витаминов и микроэлементов и, следовательно, речи о пользе данного продукта не идет. В современном производстве сырьем для массовых видов карамели являются сахар-песок и крахмальная патока, а также пищевые кислоты, ароматизаторы (эссенции) и красители.

Целью данной работы является разработка технологии карамели с повышенной биологической ценностью.

Основными задачами дальнейших исследований являются следующие:

- разработка рецептуры карамели;
- обоснование выбора растительного сырья;
- изучение качества продукции.

В качестве сырья для производства карамели использовали цельные ягоды брусники, клюквы и черной смородины.

*Брусника* обыкновенная произрастает по всей Камчатке, включая северные районы. В ягодах брусники содержится ряд важных в биологическом отношении веществ – сахара, органические кислоты, витамины, минеральные вещества, дубильные вещества. С точки зрения возможного использования ягод брусники в производстве карамели очень интересным является наличие в их составе инвертных сахаров, применяемых в качестве антикристаллизаторов [9]. Входящая в состав ягод брусники бензойная кислота проявляет антисептические свойства.

Ягоды *клюквы* содержат сахара, органические кислоты, пектины, витамины, минеральные вещества (фосфор, калий, кальций, марганец, железо, кобальт, цинк, медь, серебро, хром).

В *смородине* присутствуют бензойная и салициловая кислоты (3%), обладающие антимикробным действием. В минеральном составе смородины основную долю составляют соли калия и железа. Также в ягоде много витамина С (до 300–400 мг/100 г).

Для производства карамели воду, смешанную с сахаром, доводили до кипения. Для предотвращения процесса кристаллизации в смесь добавляли инвертный сироп, затем повторно доводили до кипения и снимали с огня. С целью максимального внесения всех присущих ягодам



Рис. 1. Карамель с ягодами

биологически активных веществ в карамель решено было использовать для производства целые ягоды. Следующим этапом было погружение и выдерживание ягод в карамели. В итоге получилась карамель с начинками из цельных ягод брусники, клюквы и смородины (рис. 1). Такой технологический прием позволил максимально сохранить в карамели все витамины и полезные вещества, присущие натуральным ягодам.

В полученной карамели проводили определение органолептических показателей (рис. 2). При проведении органолептической оценки продукта применяли нестандартный метод органомерии, основанный на балльных шкалах, а также профильный метод.



Рис. 2. Профилограммы органолептических показателей образцов карамели с ягодами

Как видно из рис. 2, все представленные образцы имеют положительные показатели вкуса, цвета, запаха и формы, наиболее высокие показатели были определены у образцов с брусникой и черной смородиной. Недостаточно хорошее состояние поверхности необходимо корректировать в ходе дальнейших исследований.

Порядковая балльная шкала для оценки органолептических показателей изделий приведена в таблице.

Таблица

Балльная шкала для оценки органолептических показателей образцов карамели с ягодами

Наименование показателя	Словесная характеристика баллов	Балл
Поверхность	Сухая, без трещин, вкраплений, гладкая	5
	Сухая, без трещин, с незначительными вкраплениями, гладкая	4
	Сухая, без трещин, с незначительными вкраплениями, шероховатая	3
	Сухая, присутствуют трещины, с незначительными вкраплениями, шероховатая	2
	Влажная, шероховатая, трещины, вкрапления	1
Форма	Соответствующая данному виду изделий, без деформации	5
	Соответствующая данному виду изделий, незначительная деформация	4
	Соответствующая данному виду изделий, отдельные экземпляры деформированы	3
	Значительная деформация	2
	Не соответствующая данному виду изделий	1
Цвет	Свойственный данному наименованию карамели. Окраска равномерная	5
	Свойственный данному наименованию карамели. Окраска не совсем равномерная	4
	Свойственный данному наименованию карамели. Окраска неравномерная	3
	В целом свойственный данному наименованию карамели. Окраска неравномерная	2
	Не свойственный данному наименованию карамели. Окраска неравномерная	1
Вкус и запах	Соответствующие данному наименованию, без посторонних привкуса и запаха	5
	Соответствующие данному наименованию, без посторонних привкуса и запаха, не совсем гармоничные	4
	Соответствующие данному наименованию, с посторонними привкусом и запахом	3
	Не соответствующие данному наименованию, с неприятными посторонними привкусом и запахом	2
	Не соответствующие данному наименованию, с порочащими посторонними привкусом и запахом	1

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование цельных ягод, произрастающих на территории Камчатского края, в технологии карамели позволяет получать продукт с высокими органолептическими показателями, что подтверждается результатами проведенной дегустационной оценки. Полученные данные позволяют рассчитывать на высокую востребованность данных изделий потребителем. С учетом высокой пищевой ценности ягодного сырья внедрение данной разработки в производство позволит использовать природные ресурсы Камчатского края, расширить ассортимент карамели, удовлетворить потребности населения в продуктах с высокой пищевой ценностью.

### Литература

1. Барьерная технология гидробионтов: Учеб. пособие / Г.Н. Ким, Т.М. Сафронова, О.Я. Мезенова и др. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 336 с.
2. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. – М.: ГУГК, 1980. – С. 294.
3. *Морозкина Т.С., Мойсейенок А.Г.* Витамины: краткое руководство для врачей и студентов медицинских, фармацевтических и биологических специальностей. – Минск: ООО «Асар», 2002. – 112 с.
4. *Могильный М.П.* Пищевые и биологически активные вещества в питании. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 240 с.
5. *Сметанин А.С., Богоявленский В.Ф.* Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Дальпресс, 2000. – 212 с.
6. *Пилат Т.Л., Иванов А.А.* Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). – М.: Аввалон, 2002. – 710 с.
7. Пищевая биотехнология: научно-практические решения в АПК: Моногр. / А.И. Жаринов, И.Ф. Горлов, Ю.Н. Нелепов и др. – М.: Вестник РАСХН, 2007. – 476 с.
8. История карамели [Электронный ресурс]. – URL: <http://priyatnogo-appetita.com/kulinarnyi-spravochnik/item/1380-istoriya-karameli.html>.
9. *Якубов В.В., Чернягина О.А.* Дикорастущие хозяйственно полезные растения Камчатки // Тр. Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН. – Вып. 1. – Петропавловск-Камчатский, 2000. – С. 259–279.

УДК 664.955.2:639.211

**А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, Ю.В. Кузьмичев, Д.С. Урушадзе**

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

### **ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ОЗОНОМ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИКРЫ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ**

Приведены результаты исследования влияния обработки озоном на микробиологические показатели икры лососевой зернистой в процессе ее приготовления. Показано, что применение озона позволяет значительно снизить КМАФАнМ полуфабриката на разных стадиях технологического процесса и, соответственно, микробную обсемененность готовой продукции.

**Ключевые слова:** икра лососевая зернистая, порча, озон, микробиологические показатели, хранение.

**A.A. Efimov, M.V. Efimova, Y.V. Kuzmichev, D.S. Urushadze**

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

### **INFLUENCE OF OZONE TREATMENT ON MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF GRAINED SALMON ROE**

Research results concerning the influence of ozone treatment on microbiological indicators of grained salmon roe in its preparation are given. It is shown that the use of ozone allows lowering considerably QMAFAnM (Quantity of Mesophilic Aerobic and Facultative Anaerobic Microorganisms) of a semifinished product at different stages of technological procedure and, respectively, a bacterial content of finished products.

**Key words:** salmon caviar, spoilage, ozone, microbiological indexes, conservation.

Одним из ценных видов продукции, вырабатываемой рыбной промышленностью Камчатки, является зернистая икра лососевых рыб.

Приоритетной задачей технологии лососевой икры является обеспечение высокого качества готовой продукции, что возможно обеспечить, в первую очередь, лишь поддержанием допустимого уровня микробной обсемененности сырья и полуфабриката. На практике это обеспечивается применением консервантов. Однако применение ряда химических консервантов давно привело к серьезным проблемам как для рыбопромышленных компаний, так и для потребителей.

Современный потребитель, все больше внимания уделяющий вопросам здорового питания, предпочитает продукты без добавления консервантов. Так, при оценке отношения потребителей г. Петропавловска-Камчатского (520 человек) к качеству лососевой зернистой икры определили, что присутствие консервантов в продукте интересует 22% респондентов. Как показал опрос, если бы в торговой сети была представлена икра, как с консервантами по менее высокой цене, так и без консервантов по более высокой цене, то большинство респондентов выбрало бы икру без консервантов, но с более высокими потребительскими свойствами (44%), а 13% респондентов отдали бы предпочтение икре с консервантами при более высоких потребительских свойствах (внешний вид, цвет, вкус, запах). Оказалось, что цена без учета потребительских свойств продукции слабо влияет на выбор: икре с консервантами в любом случае отдали бы предпочтение всего 3% респондентов, т. к. эта икра дешевле, а 40% в любом случае приобрели бы икру без консервантов, не опасную для здоровья [1].

Для обеспечения высокой хранимостпособности зернистой икры, приготовленной без консервантов-антисептиков, необходимо повышать ее соленость, что ведет к снижению гастрономических достоинств и делает продукт весьма не полезным для здоровья потребителей [2].

Проблема, связанная со снижением качества и безопасности икры лососевых рыб, несмотря на применение различных химических консервантов, в последние годы стала весьма серьезной. По данным Испытательной лаборатории «ВНИРО-ТЕСТ», в настоящее время на российском рынке реализуется более 50% икры лососевых рыб, опасной для здоровья и жизни людей [3].

Причин снижения качества и безопасности икры очень много, но основной является нарушение требований технологической инструкции при производстве и условий хранения икры.

В связи с вышесказанным возникла необходимость поиска способа обработки икры, обеспечивающего микробиологическую безопасность готовой продукции, не содержащей консерванты.

В ходе проведенных исследований была оценена возможность использования озона для снижения микробной обсемененности лососевой зернистой икры и, соответственно, для повышения ее качества. Согласно литературным данным, озон обладает уникальными бактерицидными свойствами, губителен практически для всех штаммов микроорганизмов [4]. Применяя обработку озоном, можно продлить сроки годности мяса, рыбы и полуфабрикатов [5].

Для проведения исследований заготавливали образцы икры в период летней путины в июле 2015 г. Сырьем для приготовления образцов являлась икра горбуши ястычная мороженая. В качестве контрольного образца изготавливали икру по ГОСТ 18173 «Икра лососевая зернистая баночная» в соответствии с Технологической инструкцией № 80 [6] (без обработки озоном). В качестве экспериментального образца готовили икру, проводя обработку полуфабриката на стадиях технологического процесса раствором озона.

Генерирование озона производили на универсальном озонаторе OZ-3. Концентрацию озона устанавливали 15–20 г/м<sup>3</sup>. Растворы готовили пропусканием озона через слой жидкости в течение 15 мин. Процессы озонирования и все процессы обработки икры озоном производили под действием местной вытяжной вентиляции с использованием средств индивидуальной защиты.

На последовательных стадиях технологического процесса определяли микробиологические показатели икры в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078 (п. 1.3.4.5) [7]. Оценку проводили по показателю КМАФАнМ (количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов). Отбор проб, подготовку проб к микробиологическим анализам, проведение анализов осуществляли стандартными методами.

Для исследования влияния продолжительности обработки ястыков озоном на их микробиологические показатели на операции «мойка» использовали ястыки икры после размораживания. Мойку экспериментальных образцов ястыков осуществляли раствором озона. Озон растворяли в питьевой воде температурой 0–5°С, взятой из источников централизованного водоснабжения.

Влияние продолжительности обработки ястыков икры озоном на КМАФАнМ при технологической операции «мойка» представлено на рис. 1.

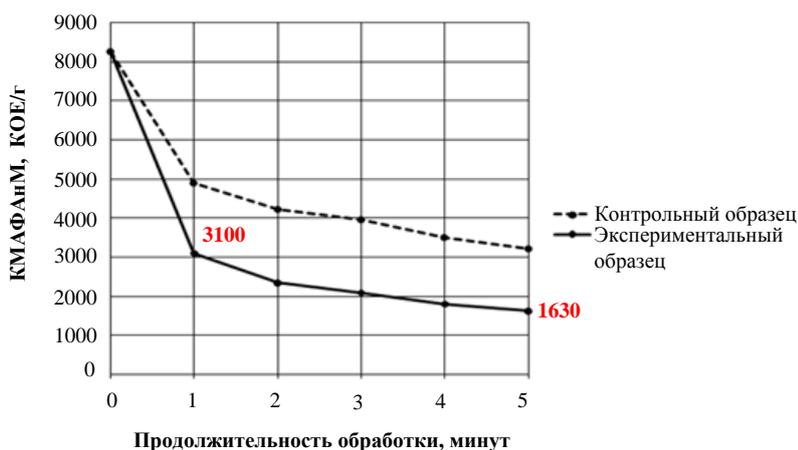


Рис. 1. Влияние продолжительности обработки ястыков икры озоном на операции «мойка» на КМАФАнМ

Как видно из рис. 1, минимальное значение КМАФАнМ – 1630 КОЕ/г – было достигнуто после 5 мин мойки ястыков раствором озона. Однако мойка проточным раствором озона в течение 5 мин приводит к нерационально большому расходу озона, требует наличия значительных мощностей для его генерации, но не дает существенного снижения обсемененности.

Поэтому оптимальной продолжительностью мойки была определена 1 мин. КМАФАнМ при этой продолжительности составило 3100 КОЕ/г.

Для исследования влияния продолжительности обработки ястыков икры озоном на их микробиологические показатели на операции «закрепление и охлаждение» использовали ястыки после мойки. Для закрепления и охлаждения озон растворяли в пресной воде температурой 0°C, охлаждая воду льдом. Пробы для определения КМАФАнМ отбирали с интервалом 5 мин.

Влияние продолжительности обработки ястыков икры озоном на величину КМАФАнМ при закреплении и охлаждении представлено на рис. 2.

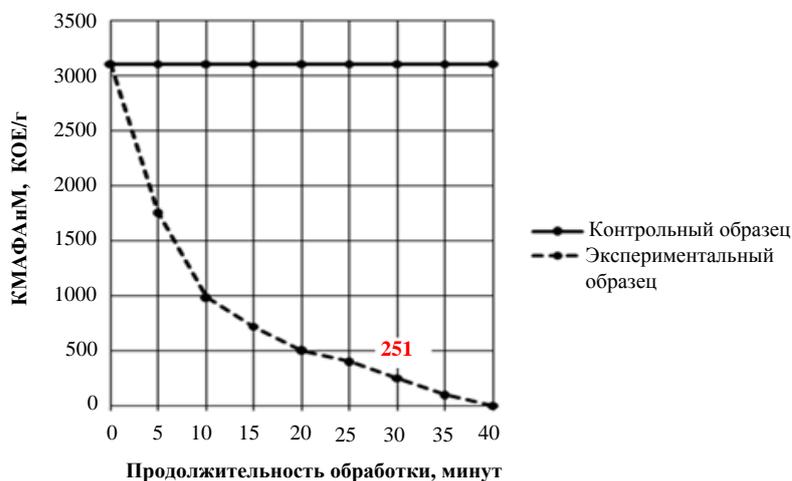


Рис. 2. Влияние продолжительности обработки ястыков икры озоном на операции «закрепление и охлаждение» на КМАФАнМ

Как видно из рис. 2, лучший показатель – нулевое значение КМАФАнМ – достигнут при озонировании в течение 40 мин и более. Однако после 30 мин озонирования наблюдали значительное набухание икры и ослабевание ее консистенции. Поэтому в качестве рациональной продолжительности озонирования при закреплении и охлаждении было выбрано время 30 мин.

При этом величина КМАФАнМ составила 251 КОЕ/г.

Для исследования влияния обработки икры озоном на ее микробиологические показатели на операции «пробивка» использовали ястыки икры после закрепления и охлаждения. Контрольный образец перед пробивкой характеризовался значением КМАФАнМ 3100 КОЕ/г. Экспериментальный образец – 251 КОЕ/г. Экспериментальный образец имел в своем составе остаточный озон. При пробивке образцы не обрабатывали озоном, но остаточный озон экспериментального образца продолжал оказывать антимикробное действие.

Из-за различных стартовых условий для контрольного и экспериментального образцов эффективность воздействия озона определяли в процентах по изменению показателя КМАФАнМ по сравнению с начальными значениями. Результаты исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние обработки озоном на КМАФАнМ икры лососевой на операции «пробивка»

Показатель	Контрольный образец	Экспериментальный образец
КМАФАнМ перед пробивкой, КОЕ/г	3100	251
КМАФАнМ после пробивки, КОЕ/г	7520	389
КМАФАнМ после пробивки, %	242,58	154,98

Как видно из табл. 1, процент увеличения КМАФАнМ экспериментального образца, равный 154,98, на 87,5 меньше, чем у контрольного образца. На операции пробивки за счет озона, сохранившегося в образце после закрепления и охлаждения, продолжалось его антибактериальное действие, как на уже имеющуюся микрофлору икры, так и на внешние загрязнения с оборудования, инвентаря, рук персонала.

Для исследования влияния обработки икры озоном на ее микробиологические показатели на операции «посол» использовали образцы после пробивки. КМАФАнМ контрольного образца перед посолом составляло 7520 КОЕ/г, экспериментального – 389 КОЕ/г. Экспериментальный образец содержал остаточный озон.

На операции «посол» экспериментальный образец обрабатывали раствором озона в растворе поваренной соли плотностью 1,2 г/см<sup>3</sup> температурой 8°С. Применяли прокипяченный и профильтрованный тузлук. Длительность посола составляла 12 мин и была определена по факту достижения в икре солёности 5%.

Из-за различных стартовых условий для контрольного и экспериментального образцов эффективность воздействия озона определяли в процентах по изменению КМАФАнМ по сравнению с начальными значениями. Влияние продолжительности обработки икры озоном на КМАФАнМ при посоле представлено на рис. 3.

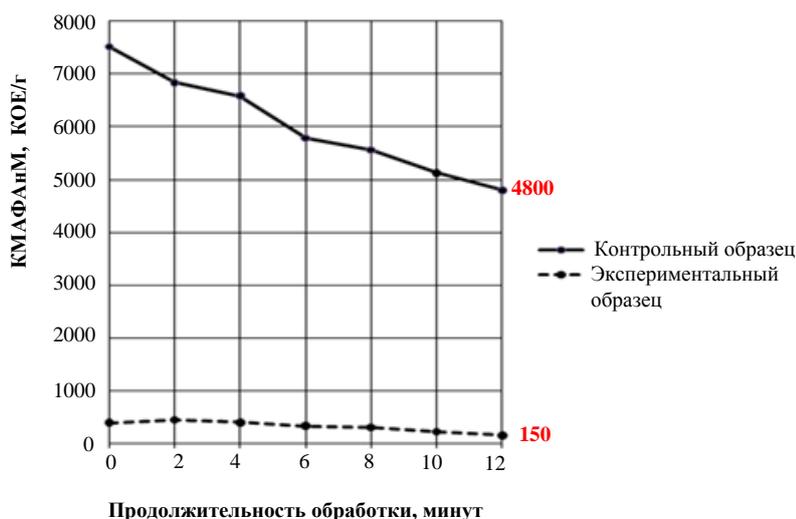


Рис. 3. Влияние продолжительности обработки икры озоном на операции «посол» на КМАФАнМ

Как видно из рис. 3, в контрольном образце во время посола КМАФАнМ снизилось на 36% (с 7520 до 4800 КОЕ/г), в экспериментальном образце, содержащем остаточный озон и обработанном солевым раствором озона, – на 61% (с 389 до 150 КОЕ/г).

Для исследования влияния обработки икры озоном на ее микробиологические показатели на операции «фасование» использовали икру после посола и стекания. КМАФАнМ контрольного образца перед фасованием составляло 8140 КОЕ/г, экспериментального – 150 КОЕ/г. Экспериментальный образец содержал остаточный озон.

При фасовании образцы не обрабатывали озоном, но остаточный озон экспериментального образца продолжал оказывать антимикробное действие. Из-за различных стартовых условий для контрольного и экспериментального образцов эффективность воздействия озона определяли в процентах по изменению КМАФАнМ по сравнению с начальными значениями. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние обработки озоном на КМАФАнМ икры лососевой на операции «фасование»

Показатель	Контрольный образец	Экспериментальный образец
КМАФАнМ перед фасованием, КОЕ/г	8140	150
КМАФАнМ после фасования, КОЕ/г	8520	140
КМАФАнМ после фасования, %	104,66	93,3

Как видно из табл. 2, КМАФАнМ экспериментального образца при фасовании продолжало снижаться, в то время как в контрольном образце значение этого показателя выросло: остаточный озон экспериментального образца продолжал свое антибактериальное воздействие, как на собственную микрофлору икры, так и на внешние загрязнения с оборудования, из воздуха рабочей зоны, с рук персонала.

Результаты влияния озонирования на микробиологические показатели икры в процессе ее производства для наглядности сведены на графике (рис. 4).

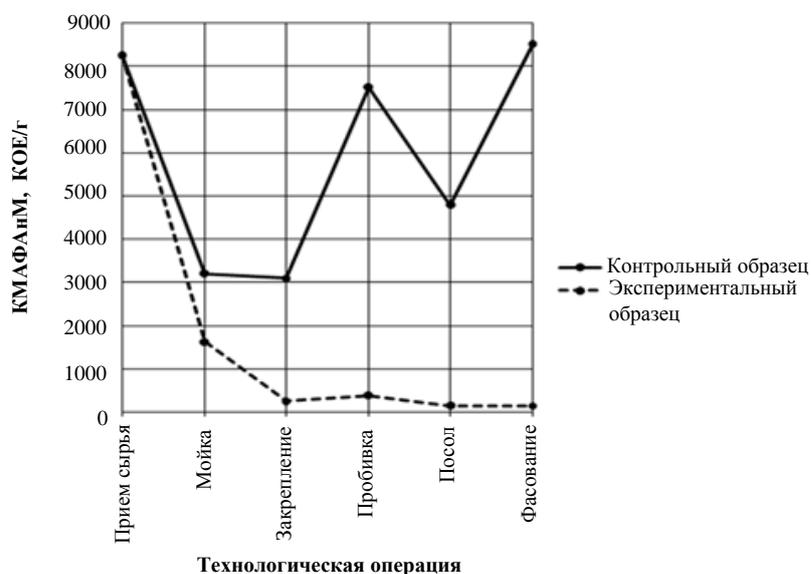


Рис. 4. Влияние обработки озонированием на КМАФАнМ икры лососевой в процессе ее производства

В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078 [7], для икры, приготовленной из замороженных ястыков, значение КМАФАнМ не должно превышать  $1 \times 10^4$  КОЕ/г. Этот показатель для контрольного образца составил 8520 КОЕ/г. Значение КМАФАнМ экспериментального образца, обрабатываемого в ходе технологического процесса озонированием, составило 140 КОЕ/г.

Таким образом, применение озона в процессе производства позволяет значительно снизить КМАФАнМ полуфабриката и готовой продукции. В свою очередь, значительное уменьшение КМАФАнМ икры, обработанной озонированием, дает возможность существенно снизить микробиологические риски при производстве икры лососевой зернистой, что крайне важно для выпуска продукции высокого качества и повышения ее хранимостоспособности.

### Литература

1. Михайлова Е.Г., Ефимова М.В. Об осведомленности и отношении потребителей к пищевым добавкам в ресурсосберегающих технологиях продукции из водных биологических ресурсов // Рыбное хозяйство, 2016. – № 6. – С. 105–108.
2. Характеристика существующих технологий производства икры лососевой зернистой / М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, Ю.В. Кузьмичев, А.Е. Смирнова, В.Ю. Сафин // 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. – С. 66–73.
3. Абрамова Л.С., Копыленко Л.Р. Проблемы качества и безопасности икры лососевых рыб // Рыбная промышленность, 2009. – № 1. – С. 4–5.
4. Пухлякова Г.Л. Устойчивость сальмонелл к озону // Сборник научных трудов ВНИИВСГЭ. – М., 1994. – С. 27–31.
5. Васильев Л.А. Технология обработки воды озонированием. – Горький: ГИСИ им. В.П.Чкалова, 1984. – 112 с.
6. Инструкция по изготовлению лососевой зернистой икры // Сборник технологических инструкций по обработке рыбы; Под ред. А.Н. Белогурова и М.С. Васильевой. – М.: КолосС, 2003. – Т. 2. – С. 379–391.
7. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078. – М.: Минздрав России, 2001. – 145 с.

УДК 664.95:637.04

**Е.С. Жукова, М.Н. Альшевская, В.И. Воробьев**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: mirkatt@mail.ru*

## **ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ВКУСОАРОМАТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ ИЗ КИЛЬКИ БАЛТИЙСКОЙ**

Обоснована актуальность разработки натуральных вкусоароматических добавок для производства малосоленых рыбных пресервов. Представлена добавка, состоящая из концентрированной смеси аминокислот, пептидов, полипептидов, накапливающихся в мышечной ткани рыбы в процессе созревания. Приведены результаты исследования аминокислотного состава вкусоароматической добавки; сравнение полученных данных с результатами определения аминокислотного состава других авторов. Подтверждено значение аминокислотного состава для формирования специфического аромата и вкуса соленой рыбы.

**Ключевые слова:** малосоленые пресервы, натуральная вкусоароматическая добавка (ВАД), гидролиз, аминокислотный состав

**E.S. Zhukova, M.N. Alshevskaya, V.I. Vorobev**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: mirkatt@mail.ru*

## **STUDYING OF AMINO-ACID STRUCTURE OF BALTIC SPRAT FLAVOURING**

The relevance of development of natural flavoring additives for production of light-salted fish preserved food is provided. The additive consisting of a natural concentrated mixture of amino acids, peptides, polypeptides which accumulate in fish muscle tissue during ripening is considered. The amino-acid structure of the flavouring additive is researched. The obtained data and the results of determining the amino acid composition of other authors are compared. The importance of amino-acid structure for forming specific aroma and taste of salty fish is confirmed.

**Key words:** light-salted preserved food, flavouring additive, hydrolysis, amino acid composition.

В настоящее время в мире наблюдается тенденция к постоянному повышению потребления различных аддитивных веществ, одной из главных функций которых является улучшение органолептических свойств некоторых продуктов питания животного и растительного происхождения. Такие вещества содержатся в различных приправах. К группе приправ относятся и белковые гидролизаты. Производство их для пищевых целей направлено на приготовление продуктов, улучшающих вкус различных супов, соусов, салатов, мясных и овощных блюд и других изделий. Обработанные соответствующим образом белковые гидролизаты используются в медицинской практике, где они могут служить в качестве составляющих частей диет [1].

В зависимости от способа производства белковые гидролизаты подразделяются на кислотные, которые распространены в Европе, и ферментативные, характерные для стран Дальнего Востока. В качестве сырья для ферментативных гидролизатов преимущественно используются рыба (Вьетнам, Тайвань), соя (Корея, Китай), смесь сои и пшеницы (Япония), дрожжи (Европа) [1].

Человечество издревле обратило внимание на своеобразные свойства рыбного сырья, обусловленные наличием активных комплексов пептидгидролаз (КПП) мышечной ткани и внутренних органов, и стало широко их использовать при производстве различных продуктов питания из рыбы [2].

Как известно, в процессе созревания происходит гидролиз белковых компонентов рыбы под действием ферментов ее тканей и пищеварительного тракта. В результате сложного комплекса биохимических и физических превращений основных компонентов рыбного сырья продукт приобретает нежную консистенцию, специфический приятный аромат и вкус, своеобразный цвет мяса [2].

Предположительно, образование вкуса и аромата в соленой рыбе обусловлено реакциями синтеза между продуктами деградации компонентов мышечной ткани. Однако в настоящее время лишь косвенно подтверждаются эти предположения. В образовании вкуса и аромата участвуют такие продукты расщепления липидов, как летучие карбонильные соединения и низкомолекулярные жирные кислоты. На образование вкуса и аромата оказывают влияние и бактерии, например, молочнокислые, под действием которых образуются органические кислоты. Кислоты улучшают вкус и аромат соленой рыбы [3].

В состав белковых гидролизатов входит значительное количество летучих и нелетучих компонентов, влияющих на химический состав и органолептические свойства гидролизатов. Нелетучие представлены в основном свободными аминокислотами, содержание которых зависит от сырья и условий гидролиза, и хлоридом натрия [1].

Актуальным направлением является разработка добавки, состоящей из концентрированной смеси аминокислот, пептидов, полипептидов, накапливающихся в мышечной ткани рыбы в процессе созревания. Применение этой добавки позволит сформировать привычные потребителю вкусоароматические свойства соленого рыбного продукта без использования искусственных веществ.

Для определения содержания свободных аминокислот во вкусоароматической добавке и сравнения полученных данных с аналогами была проведена следующая работа.

Подготовленный образец фаршевой смеси кильки балтийской с содержанием массовой доли соли 10% помещали на термостатирование при температуре 50°C до получения оптимальных данных о созревании продукта [4]. Полученный автолизат центрифугировали, фильтровали и выпаривали на ротационном испарителе. Проводили определение аминокислотного состава по методике М-04-38-2009.

Полученный образец вкусоароматической добавки характеризовался сниженной активностью протеолитических ферментов (0,19 ед/мл), незначительной общей бактериальной обсемененностью (0,0025 кл/г · 10<sup>3</sup>). Отмечалась значительная глубина протеолиза – отношение небелкового азота к общему составило 81%. Соленость образца – 20,5%.

В результате определения аминокислотного состава получены данные, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Содержание свободных аминокислот во вкусоароматической добавке из кильки балтийской и индексы ароматичности

Наименование аминокислоты	ВАД, мг%	Индекс ароматичности
Аргинин	960	–
Тирозин	210	–
Фенилаланин	450	–
Гистидин	370	19,20
Лейцин + Изолейцин	860	5,97
Метионин	370	12,33
Валин	650	5,22
Пролин	530	–
Треонин	650	2,37
Серин	700	4,52
Аланин	1090	19,94
Глицин	800	5,95
Аспарагиновая кислота + Аспарагин	1820	489
Глутаминовая кислота + Глутамин	2380	476
Лизин	1530	–
Цистин	200	–

Как видно из данных табл. 1, такие аминокислоты, как аспарагиновая, глутаминовая имеют наибольшие величины ароматического воздействия, также большое влияние на восприятие вкусоароматической добавки оказывают гистидин, метионин, аланин.

Полученные данные сравнимы с результатами определения аминокислотного состава других авторов (табл. 2, 3).

Таблица 2

**Содержание свободных аминокислот (мг%) в автолизате, гидролизате, рыбном пищевом концентрате (РПК) и во вкусоароматической добавке**

Наименование аминокислоты	ВАД из автолизата кильки балтийской, 11 сут, 10% соли, T = 50°C	Автолизат из кильки каспийской, 10 сут, T = 40°C, [5]	Автолизат кильки каспийской, 15% соли + ферментный препарат, 10 сут, T = 40°C, [6]	Рыбный гидролизат (фильтрат) из кильки каспийской, 7 сут, T = 40°C, [5]	Созревший фарш балтийской кильки, T = 60°C, [5]	РПК из кильки каспийской, 2 сут, 10% этилового спирта +10% воды, T = 50°C, [5]
Аргинин	960	62,0	440,0	770	46,6	62,3
Тирозин	210	29,0	162,0	380	111,0	31,5
Пролин	530		161,0		44,8	44,0
Фенилаланин	450	68,6	344,0	370	12,6	33,0
Гистидин	370	41,0	324,0	650	234,8	63,5
Лейцин + Изолейцин	860	69,6	236,0	2960	27,1	87,0
Метионин	370	60,0		1040	22,6	23,1
Валин	650	92,0	548,0	820		29,3
Треонин	650	70,0	200,0	640	10,6	11,6
Аланин	1090	77,0	202,0	1070	85,5	31,0
Глицин	800	27,0	115,0	260	5,0	22,7
Серин	700	70,0	154,0	450	11,5	25,7
Аспарагиновая кислота + Аспарагин	1820	50,0	174,0		9,6	19,4
Глутаминовая кислота + Глутамин	2380	55,0	109,0	1280	1,2	52,2
Лизин	1530	54,8	164,0	1300	40,8	50,7
Цистин	200	37,5	242,0			59,5

Таблица 3

**Содержание свободных аминокислот (мг%) в пресервах спецпосола, во вкусоароматической добавке и индексы ароматичности**

Наименование аминокислоты	ВАД из балтийской кильки	Ставрида, срок хранения 2 мес, [7]	Сельдь атлантическая, срок хранения 6 мес, [7]	Индекс ароматичности для ВАД	Индекс ароматичности* для сельди атлантической спец. посола, 6 мес, [7]
Аргинин	960	14,6	48,4	–	–
Гистидин	370	785	106,0	19,20	5,50
Лейцин + Изолейцин	860	14,4+31,4	37,5+85,3	5,97	0,19+0,94
Метионин	370	101,0	150,0	12,33	5,00
Валин	650	11,3	22,4	5,22	0,18
Пролин	530	10,3	49,6	–	–
Треонин	650	25,4	27,4	2,37	0,10
Серин	700	21,4	24,8	4,52	0,16
Аланин	1090	11,9	80,9	19,94	1,48
Глицин	800	26,4	21,5	5,95	0,16
Аспарагиновая кислота + Аспарагин	1820	10,3	24,5	489	6,61
Глутаминовая кислота + Глутамин	2380	17,2	48,1	476	9,62

\* вычисляется как отношение концентрации вещества в образце к пороговой концентрации распознавания вещества [7].

Скорости нарастания количества отдельных аминокислот различны и зависят от условий протеолиза. При автопротеолизе кильки медленно нарастает количество триптофана, глицина, цистина, цистеина и сравнительно быстро количество валина, фенилаланина, аланина, треонина, серина, аргинина, метионина, лейцина, изолейцина. Количество тирозина и глицина в начале автопротеолиза быстро нарастает, затем прирост их содержания снижается более резко, чем прирост других аминокислот.

Количественный состав отдельных свободных аминокислот у разных видов рыб различен и зависит от специфичности белковых веществ и специфического воздействия на них различного комплекса протеолитических ферментов (тканевых, пищеварительного тракта). Для исходного свежего фарша (без кишечника и с кишечником) всех видов рыб характерно повышенное количество свободного гистидина и следы свободного триптофана, цистина и цистеина [5].

Вышеуказанные данные свидетельствуют о том, что главным определяющим фактором созревания рыбного продукта и готовности его к употреблению является глубина протеолиза и количество образовавшихся низкомолекулярных продуктов ферментативного гидролиза [6].

Характер изменения и состава аминокислот меняется в зависимости от вида сырья и срока хранения пресервов [7].

В рассматриваемом образце ВАД отмечается повышенное содержание аминокислот в связи с более высокой концентрацией смеси, что приводит к насыщенному аромату и вкусу добавки в ее первоначальном виде.

Известны результаты изучения влияния аминокислот на четыре основных типа вкуса, полученные при моделировании вкусоароматических растворов. Увеличение концентрации раствора аминокислот приводит к уменьшению интенсивности кислого, горького вкуса, к увеличению интенсивности сладкого вкуса и наблюдается сложная зависимость для соленого вкуса, которую можно объяснить за счет синергического вклада аминокислот. Летучие вещества заметно изменяют восприятие вкуса, увеличивают интенсивность таких характеристик, как «горьковатый», «рыбный», «созревание» [7].

Таким образом, можно отметить зависимость полученных данных аминокислотного состава с результатами исследований других авторов и подтвердить их важность для формирования специфического аромата и вкуса соленой рыбы. Повышенное содержание аминокислот в образце ВАД позволит использовать вкусоароматическую добавку при производстве рыбной продукции в удобных низких дозировках.

### Литература

1. *Молин Р., Панек Я., Мияхара М.* Белковые гидролизаты в пищевых продуктах. – Мясные технологии. – М., 2007. – № 11(59). – С. 30–31.
2. *Шендерюк В.И.* Научные основы использования комплексов пептидгидролаз рыб в технологии рыбных продуктов / В.И. Шендерюк: Дис. ... д-ра техн. наук. – 1983. – 390 с.
3. *Технология рыбы и рыбных продуктов: Учеб. /Артюхова С.А., Баранов В.В. и др. / Под ред. А.М. Ершова.* – М, 2010. – 1064 с.
4. *Шендерюк В.И., Альшевская М.Н., Жукова Е.С.* Обоснование оптимальных параметров процесса гидролиза в технологии ВАД «Матисес»// Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Серия: Рыбное хозяйство. – 2013. – Вып. 3. – С. 169–176.
5. *Черногорцев А.П.* Переработка мелкой рыбы на основе ферментирования сырья / А.П. Черногорцев. – М, 1973. – 154 с.
6. *Лью Доан Тхи.* Исследование по технологии получения рыбного соуса из каспийской кильки: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1972. – 30 с.
7. *Булычев А.Г., Загороднов В.П., Кузнецов И.С.* Изучение сенсорных свойств соединений, определяющих вкус соленой рыбы / Технология деликатесных малосоленых пресервов и копченой рыбы: Сб. науч. тр. – Калининград, 1991. – С. 110–118

УДК 664.66:582.272

**О.В. Мищенко, Н.С. Салтанова**

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

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТВАРА БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

В статье доказано положительное влияние отвара водорослей на бродильную активность дрожжей, реологические свойства дрожжевого теста и качество готовых изделий из него. Приведены достоинства разрабатываемой технологии.

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

**O.V. Mishchenko, N.S. Saltanova**

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

### **USING BROWN ALGAE DECOCTION IN THE PRODUCTION OF BAKERY PRODUCTS**

The article proves the positive effect of the algae decoction on the activity of yeast fermentation, rheological properties of dough and quality of finished products. The advantages of the developed technology are given.

**Key words:** bakery products, brown algae, dough, fermentation activity, rheological properties.

Хлебобулочные изделия в России являются продуктом повседневного и массового потребления, поэтому их обогащение различными нутриентами (пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами и другими физиологически функциональными ингредиентами) является целесообразным для повышения пищевого статуса человека [1–4]. Ингредиенты, входящие в рецептуру теста хлебобулочных изделий, должны не только повышать пищевую ценность готового продукта, но и оказывать положительное влияние на хлебопекарные свойства пшеничной муки, реологические свойства теста и качество готового продукта.

Ценным и доступным источником обогащения является растительное сырье Камчатского края, например, бурые водоросли. Водоросли семейства Laminariaceae – *Saccharina bongardiana* являются одними из самых массовых представителей бурых водорослей Камчатки, их запасы достаточно обширны в прикамчатских водах, а сами водоросли характеризуются высоким содержанием ценных веществ, в т. ч. значительным содержанием йода, способствующего профилактике йододефицитных состояний, наличием альгиновой кислоты, имеющей свойство выводить из организма тяжелые металлы, маннита, который способствует пищеварению и обладает диуретическим действием [5, 6].

Согласно технологической инструкции [7], при безопасном способе приготовления теста в дежу тестомесильной машины вливают воду, подогретую до температуры 35–40°C, сахар, соль, яйца, дрожжи, предварительно разведенные в воде с температурой не выше 40°C и процеженные, всыпают муку, все перемешивают в течение 7–8 мин. После этого вводят растопленный маргарин или сливочное масло и замешивают тесто до тех пор, пока оно не приобретет однородную консистенцию и будет легко отделяться от стенок дежи. Дежу закрывают крышкой и ставят на 3–4 ч для брожения в помещении с температурой 35–40°C. Когда тесто увеличится в объеме в 1,5 раза, производят обминку в течение 1–2 мин и вновь оставляют для брожения, в процессе которого тесто обминают еще 1–2 раза. Недостатком данной технологии является высокая продолжительность приготовления теста (3–4 часа).

Целью работы является совершенствование технологии хлебобулочных изделий, в рецептуру теста которых входит отвар бурых водорослей *Saccharina bongardiana*. Достоинствами разрабатываемой технологии являются повышение качества хлебобулочных изделий за счет улучшения технологических свойств теста и органолептических показателей, сокращение продолжительности брожения теста, рациональное использование водорослей [8, 9].

Для приготовления отвара сушеные бурые водоросли замачивали в воде на 30 мин. После приобретения водорослями гибкости их припускали в течение 90 мин (соотношение сушеных водорослей и воды 1:5). Полученный отвар сливали, охлаждали до 37°C и направляли на замес теста. Содержание сухих веществ в отваре составляло около 6%. Для проведения исследований использовали отвар водорослей с содержанием сухих веществ от 1,0% до 6,0%. Для получения необходимого содержания сухих веществ отвар, полученный приведенным выше способом, разбавляли водой до нужной концентрации сухих веществ. Содержание сухих веществ в водорослевом отваре определяли с помощью рефрактометра ИРФ-454 Б2М.

Тесто готовили по рецептуре, мас. %:

- мука пшеничная высшего сорта – 56,0;
- сахар-песок – 4,0;
- масло сливочное или маргарин – 6,0;
- яйцо – 6,0;
- соль поваренная – 0,7;
- дрожжи сухие – 0,7;
- отвар водорослей – 29,0.

Дрожжевое тесто готовили следующим образом. В емкость насыпали часть муки (50–60%), в муку добавляли сухие дрожжи, соль, сахар и перемешивали. Затем вносили яйца и вливали отвар водорослей температурой 35–40°C, все перемешивали. Затем постепенно добавляли оставшуюся муку и замешивали тесто. В конце замеса вводили растопленное сливочное масло и замешивали тесто до тех пор, пока оно не приобретет однородную консистенцию и станет легко отделяться от стенок емкости. Общая продолжительность замеса теста составляет 10 мин. Емкость закрывали крышкой и оставляли для брожения в камере с температурой 35–40°C. Когда тесто увеличивалось в объеме в 1,5–2 раза, производили обминку в течение 1–2 мин и вновь оставляли для брожения. В процессе брожения тесто подвергали обминке 2–3 раза. Общая продолжительность брожения – 2,0–2,5 ч.

Технологические показатели дрожжевого теста и изделий из него приведены в табл. 1. Подъемную силу дрожжей определяли по кислотности теста и объему выделившегося углекислого газа. Определение кислотности проводили стандартным методом в соответствии с ГОСТ 5670–96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности». Определение скорости газообразования проводили путем замешивания в емкости опары на воде (контрольный образец) и на водорослевых отварах с различным содержанием сухих веществ (опытные образцы), добавляли к ней 40%-ный раствор глюкозы, тщательно перемешивали, набирали 1 см<sup>3</sup> исследуемой массы в одноразовый медицинский шприц, избегая образования пузырьков воздуха. Выдавливали остатки воздуха из шприца и герметично запаивали конец. Шприцы ставили в термостат при температуре 30°C и наблюдали за высотой подъема поршня в процессе выдерживания шприцев в термостате. По высоте подъема поршня определяли количество выделившегося CO<sub>2</sub>. Органолептическую оценку готовых изделий проводили экспертным методом по пятибалльной шкале, оценивая состояние мякиша, вкус и запах изделия. Пористость определяли стандартным методом в соответствии с ГОСТ 5669–96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости» на приборе Журавлева.

Таблица 1

**Технологические показатели дрожжевого теста и изделий из него в зависимости от содержания сухих веществ в водорослевом отваре и продолжительности брожения теста**

Показатель	Содержание сухих веществ в водорослевом отваре					
	0% (контрольный образец)	0,5%	1%	3%	6%	6%
Продолжительность брожения, ч	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2,5
Кислотность теста, град.Н	2,4	2,5	2,6	2,6	2,6	2,8
Увеличение объема теста	в 2 раза	в 2,3 раза	в 2,3 раза	в 2,5 раза	в 2,3 раза	в 2,7 раз

Показатель	Содержание сухих веществ в водорослевом отваре					
	0% (контрольный образец)	0,5%	1%	3%	6%	6%
Объем выделившегося CO <sub>2</sub> (бродильная активность дрожжей), см <sup>3</sup>	4,7	4,8	4,8	5,2	3,2	5,5
Органолептическая оценка хлебобулочных изделий	мякиш пропеченный, но недостаточно разрыхлен, после легкого надавливания пальцами долго принимает первоначальную форму, пористость мелкая неравномерная, запах приятный, во вкусе присутствует мучнистый привкус	мякиш пропеченный, не влажный на ощупь, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, с равномерной тонкостенной и мелкой пористостью, поры овальной формы, вкус и запах приятные	мякиш пропеченный, не влажный на ощупь, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, с равномерной тонкостенной и мелкой пористостью, поры овальной формы, вкус и запах приятные	мякиш пропеченный, не влажный на ощупь, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, с равномерной тонкостенной и мелкой пористостью, поры овальной формы, вкус и запах приятные	мякиш пропеченный, не влажный на ощупь, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, с равномерной тонкостенной и мелкой пористостью, поры овальной формы, вкус и запах приятные	мякиш пропеченный, не влажный на ощупь, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму, с равномерной тонкостенной и мелкой пористостью, поры овальной формы, вкус и запах приятные
Общий балл после органолептической оценки	3,9	4,5	4,6	4,7	4,6	4,8
Пористость, %	72,8	77	79,4	81,9	81,3	82,1

Из данных табл. 1 видно, что водорослевой отвар оказывает положительное влияние на жизнеспособность дрожжевых клеток, увеличивая подъемную силу дрожжей и интенсифицируя процесс брожения теста, и на качество готовых изделий. При более высокой концентрации сухих веществ в водорослевом отваре наблюдаются более высокие показатели бродильной активности дрожжей. При этом можно отметить, что в образце с концентрацией сухих веществ 6% при продолжительности брожения 2 ч объем выделившегося углекислого газа составил всего 3,2 см<sup>3</sup>, что в 1,5–1,7 раз меньше, чем для образцов с любым содержанием сухих веществ, но временем брожения 2,5 ч. Остальные показатели теста и готового изделия в данном образце на достаточно высоком уровне, это объясняется улучшением технологических характеристик теста на начальном этапе тепловой обработки.

Водорослевой отвар, влияя на бродильную активность дрожжей и их жизнеспособность, способствует сокращению продолжительности технологического процесса, позволяя уменьшить энергозатраты за счет сокращения времени брожения теста, и получить хлебобулочные изделия с высокими органолептическими показателями. При этом использование отвара способствует рациональному использованию водорослевого сырья и повышению пищевой ценности готовых изделий. Оптимальное содержание сухих веществ в отваре 6%, а продолжительность брожения 2,5 ч.

Проводили также определение реологических показателей (предельного напряжения сдвига, липкости) дрожжевого теста с различным содержанием сухих веществ в водорослевом отваре. Липкость и предельное напряжение сдвига (ПНС) теста определяли на структурометре СТ-1М. Методика определения липкости основана на нагружении с помощью диска теста в течение определенного времени, а затем в установлении усилия отрыва диска от массы теста и расчете адгезионного напряжения (отношения усилия отрыва к площади диска). Методика определения ПНС основана на оценке усилия нагружения конуса при его внедрении на заданную глубину в пищевой продукт, установлении времени релаксации напряжений, возникших при его деформировании и расчете предельного напряжения сдвига.

В табл. 2 приведены данные по изменению показателей предельного напряжения сдвига и липкости теста в зависимости от содержания сухих веществ в водорослевом отваре и продолжительности брожения.

**Реологические показатели дрожжевого теста в зависимости от содержания сухих веществ в водорослевом отваре и продолжительности брожения**

Показатель	Продолжительность брожения, ч	Содержание сухих веществ в водорослевом отваре				
		0% (контрольный образец)	0,5%	1%	3%	6%
ПНС, кПа	0	11	11	11	12	12
	1	10	10	9	9	8
	2	9	8	8	7	6
	2,5	8	7	6	5	5
Липкость, Па	0	35	34	34	33	33
	2,5	31	28	26	23	23

Из данных табл. 2 можно сделать вывод, что при увеличении концентрации сухих веществ в отваре скорость снижения ПНС происходит более интенсивно, что свидетельствует о более интенсивном накоплении углекислого газа в тесте. Полученные данные коррелируют с данными табл. 1. Кроме того, липкость теста к концу процесса брожения ниже в образцах с большим содержанием сухих веществ в отваре. Это связано, очевидно, с влиянием отвара на качество клейковины муки – происходит укрепление клейковины муки. Укрепляющий эффект при внесении водорослевого отвара объясняется образованием межмолекулярных водородных связей при взаимодействии белков клейковины муки и полисахаридов водорослей, перешедших в отвар.

Свежесть хлебобулочных изделий в процессе хранения оценивали по изменению реологических свойств мякиша. Установлено, что мякиш опытных образцов в течение 72 ч имел высокую степень деформации, т. е. сохранял дольше свою свежесть по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, из приведенных исследований можно сделать вывод, что использование водорослевого отвара при приготовлении дрожжевого теста способствует улучшению технологических свойств теста – повышает бродильную активность дрожжей, улучшает реологические показатели, а также повышает качество хлебобулочных изделий по сравнению с контрольным образцом.

### Литература

1. Барановский А.Ю. Основы питания россиян: Справочник / А.Ю. Барановский, Л.И. Назаренко. – СПб.: Питер, 2007. – С. 78–301; 334–353.
2. Панов Д.П. Обогащение продуктов питания массового потребления // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2007. – № 1. – С. 30–31.
3. Пашук З.Н., Анет Т.К., Анет И.И. Технология производства хлебобулочных изделий. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 400 с.
4. Шилкина Е.П. Ингредиенты для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2007. – № 12. – С. 12–14.
5. 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.
6. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли Камчатского шельфа. Распространение, биология и химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с.
7. Технологическая инструкция по производству пирогов, пирожков, пончиков. ТИ к ТУ 9119-017-10926000. Пироги, пирожки, пончики. Технические условия. – Киров: МУП КПЛ, 2003. – 33 с.
8. Благодрава 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.
9. Мищенко О.В., Салтанова Н.С. Влияние водорослевого отвара на технологические характеристики дрожжевого теста и качество изделий из него // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (22–24 марта 2016 г.): в 2 ч. / отв. за вып. В.И. Карпенко. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 40–44.

УДК 664.778:664.941

**Д.В. Попкова, О.Н. Анохина**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: olga.anohina@klgtu.ru*

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧЕЧЕВИЦЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНОГО ХЛЕБА**

В статье дается обоснование выбора чечевицы и ее характеристика, сравнение с другими бобовыми. Показаны результаты разработки рецептуры мясного хлеба с добавлением растительного компонента на основе расчетов и органолептической оценки. Сделан вывод о соответствии разрабатываемого продукта установленным требованиям по качеству и сбалансированности.

**Ключевые слова:** мясной хлеб, чечевица, растительный белок, сбалансированность, органолептические характеристики.

**D.V. Popkova, O.N. Anokhina**

*Kaliningrad state technical University,  
Kaliningrad 236022;  
e-mail: olga.anohina@klgtu.ru*

### **POSSIBILITY OF USING LENTIL IN PRODUCTION OF MEAT LOAF**

In the article reasons for the choice and the characteristic of lentil, its comparison with others bean are given. Results of development of a compounding of meat bread with addition of a vegetable component on the basis of calculations and organoleptic assessment are shown. The conclusion is drawn on compliance of the developed product to quality requirements and balance.

**Key words:** meat loaf, lentil, vegetable protein, balances, organoleptic characteristics.

В настоящее время население многих стран страдает от неправильного, неполноценного питания, обусловленного переизбытком и несбалансированностью диеты. Питание – основной фактор, определяющий физическое и умственное развитие, сопротивляемость человеческого организма отрицательным воздействиям, его трудоспособность, продолжительность жизни и т. д. Необходимость научного обоснования и предоставления людям информации о питании усугубляется двумя факторами: с одной стороны, научно-технический прогресс и вытеснение тяжелых физических нагрузок имеют своим следствием снижение подвижности и развитие тучности людей, с другой, – возникновение дефицита некоторых традиционных источников пищевого сырья, и особенно белкового, является толчком к созданию искусственных пищевых продуктов из нетрадиционного сырья [1].

Одним из перспективных источников высокобелкового сырья являются бобовые культуры. Химический состав некоторых бобовых приведен в табл. 1.

*Таблица 1*

**Химический состав зернобобовых [2], %**

Продукт	Вода	Белки	Жиры	Моно- и дисахариды	Крахмал	Клетчатка	Зола
Соя	12,0	34,9	17,3	5,7	43,5	4,3	5,0
Чечевица	14,0	24,0	1,5	2,9	39,8	3,7	2,7
Маш	14,0	23,5	2,0	3,8	42,4	3,8	3,5
Фасоль	14,0	21,0	2,0	3,2	43,4	3,9	3,6
Горох	14,0	20,5	2,0	4,6	44,0	5,7	2,8
Нут	14,0	20,1	4,3	3,2	43,2	3,7	3,0

Из табл. 1 видно, что на первом месте по содержанию белка стоит соя (34,9%), на втором месте – чечевица (24,0%). Соя (лат. *Glycinemax*) – однолетнее травянистое растение семейства Бобовые. Соя – противоречивый продукт. Мы знаем о ее исключительной пользе: способствует снижению холестерина, потере веса, предупреждает появление рака груди. Вместе с тем существует точка зрения, согласно которой положительные качества сои – не более чем рекламный трюк и соя вредна для здоровья: создает риск заболеть болезнью Альцгеймера, остеопорозом, некоторыми видами рака, приводит к гормональным проблемам и некоторым другим негативным результатам.

Для России представляет интерес чечевица, известная здесь более 500 лет и являющаяся традиционным продуктом. Чечевица (лат. *Lens*) – род травянистых растений семейства Бобовые. Чечевица содержит большое количество белка, который легко усваивается организмом. Содержание триптофана в белке чечевицы, как и у других бобовых, достаточно высокое. Чечевица не имеет большого количества жировых компонентов, которые характерны для мясных продуктов, а потому она гораздо лучше переваривается и усваивается нашим организмом. Это полезное свойство чечевицы высоко ценится приверженцами здорового образа жизни, а потому чечевица широко используется в рационе питания вегетарианцев, веганов, сыроедов. Она нормализует показатели уровня глюкозы в крови. Продукт имеет низкий гликемический индекс и включает в себя сложные углеводы, следовательно, его употребление позволяет препятствовать резкому спаду энергии и поддерживать стабильный уровень сахара в крови [2, 3].

Чечевица отличается высоким содержанием минеральных веществ – кальция, калия, фосфора, железа, имеет в составе марганец, медь, молибден, бор, йод, кобальт, цинк; содержит Омега-3 и Омега-6 жирные кислоты, а также является источником витаминов группы В [2, 3].

Даже после тепловой обработки чечевица сохраняет достаточно много полезных свойств. По своим питательным свойствам чечевица может заменить хлеб, крупы и в значительной мере мясо [3, 4].

Маш (лат. *Vignaradiata*) – также растение; вид рода Вигна семейства Бобовые. Маш является зернобобовой культурой, которая по содержанию белка находится на третьем месте (23,5%).

Рынок Калининградской области представлен различными видами колбасных изделий, но такой продукт, как мясной хлеб, не выпускается ни одним предприятием области. Поэтому исследования, направленные на разработку рецептуры и изучение потребительских свойств мясного хлеба с растительными компонентами, являются актуальными.

Исходя из анализа бобовых культур, разрабатываемым продуктом принят мясной хлеб с добавлением чечевицы, обладающей хорошими технологическими свойствами и являющейся физиологически ценным компонентом.

За основу взята рецептура мясного хлеба «Ветчинный», в состав которого входят такие компоненты, как свинина полужирная, говядина I сорта, мука пшеничная [5, 6].

С помощью программы для моделирования рецептур продуктов питания Generic 2.0 производился расчет рецептуры основных компонентов проектируемого продукта.

В результате моделирования получили две базовые рецептурные композиции. Выбор рецептуры производился из вариантов, распределенных по значению обобщенного показателя функции желательности Харрингтона.

Итоговая рецептура разрабатываемого мясного хлеба имела значение функции желательности 0,876 при содержании говядины 37,5% и свинины полужирной – 62,5%.

Количество добавляемой в мясной хлеб чечевицы определялось двумя критериями: оптимальным соотношением животных и растительных белков в готовом продукте и органолептическими показателями, определяемыми при дегустационной оценке образцов.

По данным ФАО, норма потребления белка составляет 12–15% общей калорийности суточного рациона человека, или 90–100 г, в т. ч. при оценке сбалансированности белков 55% из них должно приходиться на белки животного происхождения и 45% – на белки растительного происхождения [7]. В соответствии с этим критерием количество добавляемой чечевицы должно быть 30%.

Для определения органолептических характеристик разрабатываемого продукта было предложено несколько рецептур мясных хлебов с разным содержанием чечевицы. Состав основного сырья в предлагаемых рецептурах представлен в табл. 2.

Рецептура основного сырья мясных хлебов

Компонент	Номер рецептуры				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Свинина	61,25	55,00	48,75	42,50	36,25
Говядина	36,75	33,00	29,25	25,50	21,75
Мука пшеничная	2	–	–	–	–
Мука рисовая	–	2	2	2	2
Чечевица	–	10	20	30	40

В результате проведенной дегустационной оценки образцов было определено следующее:

- с возрастанием количества чечевицы консистенция мясного хлеба становится более крошливой и рыхлой; но у образца № 4 консистенция еще достаточно сочная и мягкая;
- вкус мясного хлеба меняется с увеличением дозировки чечевицы, и в образце № 5 уже был ярко выражен вкус бобовых.

Таким образом, в результате дегустационной оценки выявлено, что наиболее свойственные готовому продукту органолептические характеристики имеет продукт, приготовленный по рецептуре № 4 с содержанием чечевицы 30%.

Исходя из результатов проделанной работы, можно сделать вывод о том, что мясной хлеб с заменой части сырья чечевицей обладает хорошими органолептическими показателями и соответствует требованиям сбалансированности продукта по соотношению белков животного и растительного происхождения.

### Литература

1. Рогов И.А. Химия пищи / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко. – М.: Колос С, 2007. – 853 с.
2. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2 / Под ред. И. М. Скурихина, В.А. Шатерникова. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1987. – 360 с.
3. Чечевица [Электронный ресурс]. – URL: <http://edaplus.info/produce/lentil.html>.
4. Справочник химика. Том 1 / Под ред. Б. П. Никольского. – Л: Химия, 1966. – 918 с.
5. Сборник рецептов мясных изделий и колбас / Сост. К.П. Юхневич. – СПб.: Профессия, 2001. – 406 с.
6. ГОСТ Р 52196-2011 Изделия колбасные вареные. Технические условия. – М., 2011. – 34 с.
7. Голубев В.Н. Пищевые и биологически активные добавки / В.Н. Голубев, Л.В. Чичева-Филатова, Т.В. Шленская. – М.: Издат. центр «Академия», 2003. – 208 с.

УДК 637.146:637.07

**О.И. Разгуляева, О.Я. Мезенова**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: razgulyaeva93@mail.ru*

### **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА «БИОМИКС»**

В статье показана значимость создания высококачественной функциональной продукции геродиетического назначения на кисломолочной основе, обогащенной источниками натуральных биологически активных веществ. Представлены результаты микробиологических исследований используемого сырья и разработанного геродиетического кисломолочного напитка. Обоснован и установлен срок годности готового напитка.

**Ключевые слова:** микробиологическая безопасность, геродиетическое питание, пищевая добавка «Биошуппе», срок годности.

**O.I. Rasgulyaeva, O.Y. Mezenova**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: razgulyaeva93@mail.ru*

### **MICROBIOLOGICAL SAFETY ASPECTS OF GERODIETETIC DAIRY BEVERAGE «BIOMIKS»**

The article shows the importance of creating high-quality functional gerodietetic products. The results of microbiological tests of developed gerodietetic dairy beverage and raw materials are presented. The estimated shelf life of the finished specialized beverage is substantiated and established.

**Key words:** microbiological safety, gerodietetic food, food additive «Bioshuppe», shelf life.

#### **Введение**

В соответствии с Комплексной программой развития биотехнологии в Российской Федерации на период до 2020 г. актуальным сегодня является проектирование и изготовление функциональных пищевых продуктов, благотворно воздействующих на физиологические процессы в организме. Для создания таких продуктов рационально обогащать базовые пищевые изделия функциональными пищевыми ингредиентами, заданные биологические эффекты которых подтверждены. При этом особое внимание должно уделяться созданию продуктов, обладающих антистрессовыми, адаптогенными, тонизирующими, стимулирующими и радиопротекторными свойствами.

Одним из своевременных вопросов пищевой биотехнологии является разработка специализированной продукции геродиетического назначения, ассортимент которой на сегодняшний день ограничен. Необходимость расширения ассортимента таких продуктов связана с увеличением численности пожилых людей в структуре населения, а также с нарушениями основных функциональных систем организма, сопровождающих процесс старения.

Приоритетное место среди геродиетических продуктов принадлежит кисломолочным напиткам. Отличительной особенностью этих продуктов является наличие молочнокислых бактерий, которые, попадая в толстый кишечник, создают в нем слабокислую среду, обуславливают в нем бактериостатический и антибиотический эффекты, препятствуют развитию патогенной и гнилостной микрофлоры. Кроме того, благодаря содержанию молочной кислоты и углекислого газа, кисломолочные продукты эффективно утоляют жажду, повышают аппетит, улучшают перистальтику кишечника, т. е. обуславливают физиологические эффекты, показанные пожилому человеку [1].

В последнее время увеличилось число инфекционных заболеваний, источником которых являются пищевые продукты, в т. ч. молоко и кисломолочные продукты. Получение доброкачественной в микробиологическом отношении продукции является первостепенной целью при производстве продуктов питания, а особенно новой специализированной продукции. В значительной степени микробиологическую безопасность готовой продукции обеспечивают не только санитария производства и четко организованный санитарно-микробиологический мониторинг, но, прежде всего, химический состав и первичная микрофлора используемого основного и вспомогательного сырья, а также технология его преобразования в готовый продукт, обуславливающие в комплексе его стойкость при хранении.

Целью исследований явилось подтверждение соответствия разработанного геродиетического кисломолочного напитка микробиологическим требованиям, установленным нормативно-правовой документацией, и обоснование срока годности продукта.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлся новый вид геродиетической продукции – кисломолочный напиток «БИОМИКС», предназначенный для употребления в рационах пожилых людей. Он также рекомендуется к употреблению людям, занимающимся тяжелым физическим трудом, поскольку содержит биологически активные вещества, поддерживающие и регенерирующие опорно-двигательный аппарат, способствующие укреплению иммунной и других физиологических систем организма человека.

Данный продукт выступает как источник ценных для организма незаменимых и заменимых аминокислот, минеральных веществ (особенно кальция и фосфора), витаминов и пищевых волокон. Богатый химический состав нового спроектированного кисломолочного напитка обеспечивается за счет обогащения традиционного кисломолочного напитка функционально значимыми компонентами.

В качестве обогащающих источников использовали пищевую добавку «Биошуппе», представляющую собой тонкоизмельченную, предварительно обработанную и высушенную чешую сардины и сардинеллы, и ягоды местного региона – свежие и мороженые ягоды черной смородины и черноплодной рябины.

Для приготовления образцов кисломолочного напитка «БИОМИКС» использовали пастеризованное молоко по ГОСТ 32922-2014, молоко сухое обезжиренное по ГОСТ Р 52791-2007, ягоды черной смородины и черноплодной рябины замороженные по ГОСТ Р 53956-2010, пищевую добавку «Биошуппе» по ТУ 9283-001-48752993-2014, закваску «Бифидонорм» по ТУ 9229-001-59134888-12.

Кисломолочный напиток готовили из пастеризованного молока с внесенной пищевой добавкой «Биошуппе», сквашиваемого симбиотической закваской, состоящей из *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, а также пяти видов бифидобактерий, с выдержкой в течение 7 часов при температуре 38°C. После сквашивания в готовый напиток вносили обогащенный ягодный наполнитель [2].

Рецептура обогащенного кисломолочного напитка «БИОМИКС» была оптимизирована ранее с применением метода математического моделирования. Параметрами оптимизации выступала органолептическая оценка образцов и регламентированные уровни функциональности продукта (табл. 1) [2].

Таблица 1

Рецептура обогащенного кисломолочного напитка «БИОМИКС»

Ингредиент	Содержание, г в 100 г
Молоко	84,0
Сухое молоко	4,0
Ягоды черной смородины	8,0
Ягоды черноплодной рябины	2,0
Пищевая добавка «Биошуппе»	1,0
Сахар-песок	0,9
Закваска «Бифидонорм»	0,1

Для производства безопасного в микробиологическом отношении кисломолочного напитка необходимо использовать высококачественное основное и вспомогательное сырье, которое

должно по микробиологическим показателям соответствовать требованиям, установленным действующей нормативно-правовой документацией: ТР ТС 021/2011, ТР ТС 033/2013, СанПиН 2.3.2.1078-01.

В связи с вышесказанным, для установления микробиологической безопасности функционального кисломолочного напитка «БИОМИКС» необходимо было подвергнуть микробиологическим испытаниям готовый продукт, а также основные компоненты рецептуры, которые оказывают влияние на его качество и санитарную безопасность.

При проведении экспериментальных исследований для определения микробиологических показателей компонентов рецептуры и готового кисломолочного напитка применялись стандартные методы:

– отбор и подготовку проб для микробиологического анализа проводили по ГОСТ 26669-85, ГОСТ 32901-2014, ГОСТ 26809-86;

– определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов по ГОСТ 10444.15-94;

– количество бактерий группы кишечной палочки по ГОСТ 31747-2012;

– определение наличия бактерий рода *Salmonella* по ГОСТ 31659-2012;

– определение бактерий *Staphylococcus aureus* по ГОСТ 31746-2012;

– определение наличия бактерий *Listeria monocytogenes* по ГОСТ 32031-2012;

– определение количества молочнокислых бактерий по ГОСТ 10444.11-89;

– определение количества дрожжей и плесневых грибов по ГОСТ 10444.12-2013.

### Результаты и обсуждения

На основании анализа нормативно-правовой документации были выбраны микробиологические критерии безопасности основного сырья и готового кисломолочного напитка (табл. 2).

По результатам микробиологического анализа готового кисломолочного напитка «БИОМИКС» и сырья, используемого для его производства, было установлено, что данные образцы безопасны в микробиологическом отношении и соответствуют требованиям технических регламентов Таможенного союза (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 033/2013) и СанПиН 2.3.2.1078-01 (табл. 2).

Одна из основных задач исследований заключалась в установлении срока годности геродиетического кисломолочного напитка «БИОМИКС». Определение срока годности продукта включало проведение экспериментального тестирования процесса порчи геродиетического кисломолочного напитка, завершающегося нахождением момента времени, соответствующего окончанию срока его хранения [3].

Основой процесса обоснования сроков годности пищевых продуктов являлось проведение не только микробиологических исследований, но и органолептической оценки свойств образцов продукции в процессе хранения при температурах, предусмотренных нормативной и/или технической документацией.

В соответствии с методическими указаниями МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» рекомендуемая схема исследования молочной продукции при предполагаемом сроке годности 5 суток предлагает проводить испытания готового продукта на первые, пятые и восьмые сутки [3].

Для получения наиболее достоверных данных изменения микробиологических показателей при хранении продукта проводили испытания готового продукта каждый день в течение 8 суток. Продукт подвергали микробиологическим испытаниям по показателям содержания молочнокислых бактерий и дрожжей и плесеней, а также проводили органолептическую оценку кисломолочного напитка.

В процессе хранения геродиетического напитка проводились микробиологические испытания образцов, хранящихся при различных температурных режимах:

– 1 образец – 4°C – оптимальные условия хранения;

– 2 образец – 5°C – нормальные условия хранения;

– 3 образец – 25°C – экстремальные условия хранения.

## Результаты микробиологического анализа сырья и готового продукта [4]

№	Компонент	КМАФАнМ, КОЕ/г(см <sup>3</sup> )		БГКП		Патогенные, в т. ч. сальмонеллы		<i>S. aureus</i>		<i>L. monocytogenes</i>		Дрожжи/плесени, КОЕ/г(см <sup>3</sup> )		Соответствие нормативам
		Фактические данные	Требования ТР ТС	Фактические данные	Требования ТР ТС, отсутствие в...г	Фактические данные	Требования Р ТС, отсутствие в...г	Фактические данные	Требования ТР ТС, отсутствие в...г	Фактические данные	Требования ТР ТС, отсутствие в...г	Фактические данные	Требования ТР ТС	
1	Молоко пастеризованное	$2 \times 10^3$	$1 \times 10^5$	Отсутствие в 0,001	0,001	Отсутствие в 25 г	25	Отсутствие в 1,0	1,0	Отсутствие в 25 г	25	-	-	Соответ- ствие
2	Молоко сухое	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^4$	Отсутствие в 0,01	0,01	Отсутствие в 25 г	25	Отсутствие в 1,0	1,0	-	-	-	-	Соответ- ствие
4	Пищевая добавка «Биошуппе»	$7 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	Отсутствие в 1,0	1,0	Отсутствие в 25 г	10	Отсутствие в 1,0	1,0	-	-	Др-100	Др-200	Соответ- ствие
5	Ягоды черной смородины	$1 \times 10^4$	$5 \times 10^4$	Отсутствие в 1,0	1,0	Отсутствие в 25 г	25	-	-	-	-	Пл-100	Пл-500, Др-200	Соответ- ствие
6	Ягоды черно- плодной рябины	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^4$	Отсутствие в 1,0	1,0	Отсутствие в 25 г	25	-	-	-	-	Пл-100, Др-200	Пл-500, Др-200	Соответ- ствие
7	Кисломолочный напиток «БИОМИКС»	$1,1 \times 10^9$	МКБ не менее $10^7$	Отсутствие в 0,01	0,01	Отсутствие в 25 г	25	Отсутствие в 1,0	1,0			Пл-10, Др-20	Пл-50, Др-50	Соответ- ствие

Результаты микробиологических испытаний геродиетического кисломолочного напитка в процессе хранения представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты исследований микробиологических показателей геродиетического кисломолочного напитка «БИОМИКС»

День исследования	Молочнокислые бактерии			Дрожжи/Плесени		
	1 образец	2 образец	3 образец	1 образец	2 образец	3 образец
Норматив	Не менее $10^7$ , КОЕ/см <sup>3</sup>			Пл-50, Др-50, КОЕ/см <sup>3</sup>		
0-я точка	$1,1 \times 10^9$			Др-20, Пл-10		
1 сутки	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$2,0 \times 10^8$	Др-20, Пл-10	Др-20, Пл-10	Др-20, Пл-10
3 сутки	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$2,0 \times 10^8$	Определение не проводили		
4 сутки	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	Пл-20	Пл-20	Пл-20
5 сутки	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	Пл-20	Пл-20	Пл-20
6 сутки	$1,1 \times 10^9$	$7,0 \times 10^8$	$1,1 \times 10^9$	Пл-10	<b>Пл-60</b>	<b>Пл-80</b>
8 сутки	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,3 \times 10^8$	<b>Пл-50</b>	<b>Пл-70</b>	<b>Пл-80</b>

Примечание. Пл – плесени; Др – дрожжи

Из данных табл. 3 видно, что на 6-е сутки в 3-м образце, хранящемся при температуре 25°C, наблюдается резкое превышение норматива по содержанию плесеней. При хранении напитка в рекомендуемых условиях – холодильное хранение 4°C – превышение норматива наблюдается лишь на 8-е сутки, что больше предполагаемого срока годности (5 суток) с коэффициентом 1,5. Также в 3-м образце на конец предполагаемого срока годности наблюдается снижение содержания молочнокислых бактерий, однако значение остается выше заданного нормативной документацией показателя.

При проведении органолептических испытаний на 3-и сутки хранения готового продукта при неблагоприятных условиях наблюдается снижение органолептической оценки продукта (проявляется спиртовой запах), что делает продукт непригодным для потребления. На 4-е сутки хранения при тех же условиях происходит изменение цвета продукта (обесцвечивание), что также недопустимо при реализации. При хранении продукта в рекомендуемых холодильных условиях незначительные изменения в органолептических свойствах наблюдаются лишь на 8-е сутки его хранения. Полученные данные позволяют заключить, что с учетом коэффициента запаса сроком годности нового продукта можно считать 5 суток.

Традиционные кисломолочные напитки без консервантов и стабилизаторов имеют срок годности 5–7 суток, из чего можно сделать вывод, что внесение функциональных добавок для напитка «БИОМИКС» не оказывает существенного влияния на его срок годности.

### Заключение

Разработанный кисломолочный напиток «БИОМИКС» позволит расширить ассортимент линейки специализированных продуктов, а также благодаря содержанию функциональных компонентов ягод черной смородины и черноплодной рябины и чешуи сардинеллы позволит восполнить недостаток кальция, фосфора, магния, витамина С в организме пожилых людей.

Содержание молочнокислых бактерий в продукте на протяжении всего предполагаемого срока годности (5 суток) является стабильным, на уровне  $10^9$  КОЕ/г, соответствующем функциональному показателю для геродиетических кисломолочных напитков; далее имеет место резкое нарастание количества нежелательных микроорганизмов (плесеней), обуславливающих порчу продукта к концу регламентированного срока годности.

Срок годности нового геродиетического напитка «БИОМИКС» установлен 5 суток, он гарантирует его микробиологическую и органолептическую стабильность при хранении при температуре плюс 4°C.

### Литература

1. Особенности питания в пожилом и старческом возрасте [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.rmj.ru/articles\\_6401.htm](http://www.rmj.ru/articles_6401.htm)
2. *Разгуляева О.И.* Разработка технологии обогащенного йогурта геродиетического назначения / О.И. Разгуляева, О.Я. Мезенова // Вестник молодежной науки. Серия: Биотехнология, техника пищевых производств и технология продуктов питания. – Калининград: КГТУ, 2015. – С. 61–66.
3. Методические указания: МУК 4.2.1847-04 Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов: Нормативно-правовой материал. – М., 2004. – 31 с.
4. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции. – М., 2013. – 242 с.

**Секция 4. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ,  
ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

УДК [556.555.8:556.11](282.5:571.66-25)

**А.Е. Бровкин<sup>1</sup>, В.В. Потапов<sup>2</sup>, Л.М. Хорошман<sup>3</sup>, И.М. Власова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>КГУП «Камчатский водоканал»,  
Петропавловск-Камчатский, 683017;

<sup>2</sup>Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683012;

<sup>3</sup>Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: vadim\_p@inbox.ru

**ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОСТАВ И ОБЪЕМЫ  
ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД, ПОСТУПАЮЩИХ  
В ОЗЕРО КУЛТУЧНОЕ ГОРОДА ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО**

Произведен расчет площади водосбора и годового объема поступающих в озеро поверхностных сточных вод. Проанализирована степень влияния на параметры поверхностного стока различных источников. Предложен план технических мероприятий для уменьшения попадания загрязняющих веществ в воды озера Култучного.

**Ключевые слова:** хозяйственно-фекальные сточные воды, поверхностный сток, ливневая канализация, площадь водосбора поверхностного стока, объем поверхностных сточных вод, дождевая канализация.

**A.E. Brovkin<sup>1</sup>, V.V. Potapov<sup>2</sup>, L.M. Khoroshman<sup>3</sup>, I.M. Vlasova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Petropavlovsky Vodokanal,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683017;

<sup>2</sup>Research Geotechnological Center of FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683012;

<sup>3</sup>Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: vadim\_p@inbox.ru

**THE MAIN FACTORS INFLUENCING ON COMPOSITION  
AND VOLUME OF SURFACE WASTE WATER FLOWING INTO  
LAKE KULTUCHNOYE OF PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY**

The catchment area and the annual volume of surface wastewater entering the lake are calculated. The degree of influence of various sources on the surface runoff parameters are analyzed. The plan of technical measures to reduce the ingress of contaminants into the water of Lake Kultuchnoye is offered.

**Key words:** domestic sewage, surface runoff, storm water drainage, catchment area of surface runoff, amount of surface waste water, rainwater drainage.

**Введение**

История оз. Култучного неразрывно связано с историей развития города. Описание истории и современного состояния озера приводятся в источниках [1–7].

С развитием городской инфраструктуры воды озера стали подвергаться различным загрязнениям. В 60–90 гг. XX в. в озеро производился выпуск неочищенных хозяйственно-фекальных и производственных сточных вод, который прекратился в результате реконструкции систем городской канализации в 2000 гг. На сегодняшний день периодически происходит попадание хозяйственно-фекальных сточных вод в сети дождевой канализации, имеющие выпуски в оз. Култучное при возникновении аварий на сетях.

Вопросы количественного попадания хозяйственно-фекальных сточных вод в сеть дождевой канализации и их влияния на состав вод в ней требуют глубокого изучения и представляют интерес в разрезе влияния этого фактора на экологическую обстановку в городе.

На необходимость прекращения выпуска неочищенных ливневых сточных вод в водные объекты Камчатского края неоднократно указывалось в различных научных трудах и в официальных документах [8].

Статьи 44, 60 Водного Кодекса РФ запрещают сброс неочищенных сточных и дренажных вод в водные объекты [9].

## **Основная часть**

### ***Основные факторы, влияющие на состав и объемы поверхностных сточных вод***

При оценке влияния дождевых стоков на окружающую среду, необходимо отметить некоторые специфические особенности, присущие им [10, 11]:

- крайне неравномерное их образование и сложность прогнозирования объемов их поступления. Обусловлено это чрезвычайной сложностью процесса формирования атмосферных осадков, который связан с объемом запасов влаги в атмосфере, температурными и динамическими условиями, характером земной поверхности и т. д.

- особенности источников загрязнений дождевых стоков. К основным источникам загрязнения поверхностного стока относятся продукты эрозии почвы, пыль, выбросы в атмосферу, различные нефтепродукты, попадающие на территорию в результате их пролива.

Сложность изучения состава поверхностного стока обусловлена его нестационарностью и специфичностью образования.

В числе основных загрязнителей поверхностного стока необходимо указать [8,10,11]:

- взвешенные вещества, концентрация которых колеблется от нескольких миллиграммов до десятков граммов в литре воды. Значительный разброс наблюдается в дисперсном составе частиц примесей. Основное количество нерастворенных примесей представлено мелкодисперсными частицами, в основном частицами пыли. Около 80% по весу взвешенных веществ имеют размер частиц, не превышающий 0,05 мм, из них около 15% – частицы размером до 0,005 мм. Влияние пыли на состав поверхностного стока весьма существенно. Пыль содержит большое количество химических загрязнений, попадающих в сток. В поверхностном стоке города содержится песок. Основным источником его попадания в поверхностный сток является посыпка дорожных покрытий в зимний период;

- химические вещества. Их источники, состав и концентрации рассматриваются в научных публикациях [10–13];

- органические вещества в поверхностном стоке содержатся в растворенном и нерастворенном состоянии. На долю суспензированных примесей приходится около 90% общего количества окисляющихся веществ, присутствующих в поверхностном стоке. Химическое потребление кислорода взвесями поверхностного стока составляет 0,3–0,5 мг/л. Скорость окисления органических веществ в поверхностном стоке несколько ниже, чем в хозяйственно-бытовых сточных водах. Полное биохимическое окисление достигается через 25...30 суток. Соотношение  $BPK_{полн}/BPK_5$  в среднем составляет 2,3...3;

- нефтепродукты в поверхностный сток попадают от автомобильного транспорта. Поскольку озеро полностью окружено дорогами с интенсивным движением, влияние этого фактора заслуживает отдельного изучения;

- бытовой мусор содержится в дождевых водах города в достаточно большом количестве. Источником его поступления часто служат открытые лотки и поврежденные колодцы дождевой канализации.

Объем, состав и концентрация примесей в поверхностном стоке во многом зависит от интенсивности выпадающих осадков и продолжительности периода сухой погоды, предшествующей дождю, т. к. загрязнение дождевого стока происходит в результате сорбции веществ, находящихся в атмосферном воздухе, а также растворения и смыва загрязнений, накапливающихся на площадях водосборного бассейна и в сети дождевой канализации. Существенная часть загрязнений попадает на городские территории из атмосферного воздуха, оседая из него. Если интенсивность осадков увеличивается, то расход дождевого стока тоже растет и, как следствие, увеличивается его способность нести взвеси [11].

Основными источниками поступления в атмосферный воздух города вредных химических веществ являются автомобильный транспорт, предприятия промышленности и жилищно-коммунального хозяйства. По данным социально-гигиенического мониторинга их концентрация в некоторых районах Петропавловска-Камчатского достигает 2 ПДК. Отмечается существенное содержание в атмосфере городской черты диоксида азота, 3,4-бенз(а)пирена, формальдегида.

Состав атмосферного воздуха существенно зависит от времени года [12].

Отдельно следует отметить влияние вулканических выбросов на состав атмосферного воздуха.

По данным государственного учреждения «Камчатское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» уровень загрязнения воздуха в г. Петропавловске-Камчатском характеризуется как высокий [13].

Кроме перечисленных загрязнений в поверхностном стоке могут содержаться биогенные элементы, соединения тяжелых металлов, специфические примеси, выбрасываемые в атмосферу промышленными предприятиями, и бактериальные загрязнения.

Отдельного внимания требует изучение вопроса состава талых сточных вод и их влияния на экологическое состояние озера. Зимний сезон на Камчатке весьма продолжителен, и объем загрязнений, накопленных в снежном покрове, будет весьма значительным [14].

### ***Определение объемов поверхностного стока в воды озера Култучное***

При рассмотрении вопроса нагрузки на оз. Култучное со стороны дождевой канализации прежде всего необходимо отметить довольно значительную площадь водосборного бассейна и высокую антропогенную нагрузку на эту площадь. В озеро попадают сточные воды с районов улиц Ленинградская, Ключевская, Вилюйская, Озерновская Коса, Набережная, Ленинская, Советская, пл. Ленина и др. При изучении топографических съемок инженерных сетей города и берегов озера авторами было выявлено в акваторию озера 14 выпусков ливневой канализации. Они расположены: три – в северной части озера, четыре – в северо-западной, три – в северо-восточной, два – в восточной и два – в южной. Наиболее большую площадь водосбора имеют выпуски в северной и южной частях озера, что отчасти объясняет наибольшую степень загрязнения этих районов акватории [2].

Расчет годового объема и примерного состава поступающих в озеро поверхностных сточных вод производится исходя из площадей водосборного бассейна и данных по объемам осадков рассматриваемой территории по источникам [11,15–17].

По подсчетам авторов, общая площадь водосборного бассейна попадающих в оз. Култучное поверхностных вод составляет 337 га, из нее площадь асфальтового покрытия составляет 23,3 га и площадь кровель зданий – 21 га. Площади водосбора определялись по топографическим съемкам городских территорий.

Исходя из этих данных, среднегодовые объемы дождевого стока составляют  $621519 \text{ м}^3/\text{год}$ , среднегодовые объемы талого стока –  $872493 \text{ м}^3/\text{год}$ , среднегодовой объем поливочных вод –  $5850 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Сложив полученные объемы, получаем годовой объем поступающих в озеро поверхностных сточных вод  $1,5 \text{ млн м}^3/\text{год}$ .

Из данного объема до 70% воды должны подвергаться очистке [11,16].

Результаты расчета примерного состава поверхностных сточных вод, поступающих в оз. Култучное, приведены в таблице.

Среднегодовая концентрация загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах  
Центральной части Петропавловска-Камчатского

Загрязняющие компоненты	Удельный вынос, кг/(га · год)	Общая площадь, га	Объем выноса веществ, кг/год	Удельный расход, м <sup>3</sup> /(га · год)	Концентрация загрязнений, мг/л
Взвешенные вещества	2500	337	842500	4451	56
ХПК	1000		337000		23
БПК	140		47180		0,32
Нефтепродукты	40		13480		0,9
Соединения азота	6		2022		0,1
Соединения фосфора	1,5		505,5		0,3
Минеральные соли	400		134800		9

Влияние загрязнений поверхностного стока на состояние озера значительно усиливается из-за неравномерности поступления.

Необходимо особо отметить, что все вышеприведенные данные по поверхностному стоку являются расчетными и требуют уточнения путем проведения мониторинга расхода и загрязнения.

### Выводы

1. Влияние поверхностного стока на экологическое состояние озера, как показывают результаты проведенных расчетов, весьма существенно. Среднегодовой объем поверхностных сточных вод составляет около 1,5 млн м<sup>3</sup>/год. Из этого объема наибольшую часть составляют стоки талых и дождевых вод – 872493 м<sup>3</sup>/год и 621519 м<sup>3</sup>/год, соответственно. Из поступающих с поверхностным стоком загрязнений можно отметить взвешенные вещества и нефтепродукты – 842500 кг/год и 13480 кг/год, соответственно. Концентрации этих загрязнений сопоставимы с концентрациями в хозяйственно-фекальных сточных водах данного района города. Влияние загрязнений поверхностного стока на состояние озера значительно усиливается из-за неравномерности поступления.

2. Для уменьшения попадания загрязняющих веществ в воды оз. Култучного необходимо:

- произвести реконструкцию сетей дождевой канализации с целью обеспечения параметров выпуска поверхностного стока в соответствии с требованиями существующих норм;
- повышать техническое обеспечение и культуру содержания городских территорий для сокращения попадания загрязнений в сети дождевой канализации;
- принимать меры для обеспечения качественного строительства и ремонта дорожных покрытий в соответствии с существующими нормами;
- улучшать экологическое состояние города;
- обеспечивать высокий уровень обслуживания сетей дождевой и хозяйственно-бытовой канализации;
- произвести реконструкцию сетей хозяйственно-бытовой канализации в центральной части города с целью устранения возможности попадания неочищенных стоков в акваторию озера, в т. ч. в результате аварий.

3. Для решения задач, указанных в п. 2 выводов, необходимо:

- произвести полномасштабные исследования сетей канализации в центральной части города с проведением мониторинга состава сточных вод на различных участках дождевой канализации с целью изучения количества и состава попадающих в нее вод, а также выявления источников попадания хозяйственно-фекальных сточных вод;
- проводить мониторинг состава поверхностных сточных вод по сезонам года и внутри сезонов, особенно при выпадении осадков различной интенсивности и продолжительности, с целью выработки наиболее эффективных способов их сбора и очистки;
- проводить мониторинг состояния атмосферного воздуха, иловых отложений и воды в озере в различных точках акватории на различных глубинах с целью изучения влияния на экологическое состояние озера сточных вод и атмосферных осадков, а также влияния различных процессов и течений в озере на его загрязнение в различных частях и на процессы самоочищения.

4. Необходимо проведение мероприятий по восстановлению и очистке акватории озера от уже имеющихся загрязнений.

## Литература

1. Хурина О.В., Березовская В.А. Чистая чаша – мечта города // Экология и жизнь. – 2010. – № 12. – С. 72–76.
2. 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. науч. конф., 2011–2012 гг. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2013. – С. 72–91.
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: КамчатГТУ, 2010. – С. 183–185.
4. Саушкина Л.Н., Хурина О.В. Комплексная оценка состояния озера Култучное по гидрохимическим показателям // 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. 201–203.
5. Саушкина Л.Н., Хурина О.В. Применение биологических методов очистки для сохранения и восстановления экосистемы озера Култучное // 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. 1. – С. 205–207.
6. Хурина О.В., Кузякина Т.И. Значение биологических факторов для возрождения озера Култучное // Рыбохозяйственное образование и научные исследования в Камчатском регионе: Материалы науч.-техн. конф. ППС и аспирантов Камчат ГТУ (26–28 апреля 2005 г.) / Под ред. Н.Н. Портнягина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. – С. 110–113.
7. Алискеров А.А. Экологическое восстановление Култучного озера // Физ.-хим. процессы в гетероген. средах. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во ПКВМУ, 1997. – В. 2. – С. 84–91.
8. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Камчатском крае в 2010 году» [Электронный ресурс]. – URL: [36.rospotrebnadzor.ru/download/gdrf/gdrf2010.PDF](http://36.rospotrebnadzor.ru/download/gdrf/gdrf2010.PDF) (дата обращения: 05.11.2015).
9. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. N 74-ФЗ // [www.rg.ru/2006/06/08/voda-kodeks.html](http://www.rg.ru/2006/06/08/voda-kodeks.html) (дата обращения 05.11.2016).
10. Ксенофонтов Б.С., Козодаев А.С., Таранов Р.А., Капитонова С.Н. Проблемы расчета поверхностного стока и состава сооружений для его очистки [Электронный ресурс]. – URL: [voda-proekt.narod.ru/statiyi/Poverh\\_stok-2-.doc](http://voda-proekt.narod.ru/statiyi/Poverh_stok-2-.doc) (дата обращения: 05.11.2016).
11. Отведение и очистка поверхностных сточных вод: Учеб. пособие для вузов / В.С. Дикаревский, А.М. Курганов, А.П. Нечаев, М.И. Алексеев. – Л.: Стройиздат, 1990. – 224 с.
12. Лифановская С.Ю. Зависимость загрязнения городского воздуха от сезонов года [на примере г. Петропавловска-Камч.] // Рыбохозяйственное образование и научные исследования в Камчатском регионе: Материалы науч.-техн. конф. ППС и аспирантов Камчат ГТУ (26–28 апреля 2005 г.) / Под ред. Н.Н. Портнягина. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. – С. 67–71.
13. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации по Камчатскому краю в 2014 году» [Электронный ресурс]. – URL: [41.rospotrebnadzor.ru/c/document\\_library/get\\_file?uuid...94f5...](http://41.rospotrebnadzor.ru/c/document_library/get_file?uuid...94f5...) (дата обращения: 05.11.2016).
14. Букай А.В., Латкин А.С. Оценка степени влияния загрязненности снежного покрова на районы Авачинской бухты, прилегающие к территории конгломерации гг. Петропавловск-Камчатский – Елизово – Вилочинск // Рациональное использование морских биоресурсов: Материалы науч.-техн. конф. (25–28 марта 2002 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2002. – С. 59–61.
15. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – М.: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014. – 88 с.
16. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 [Электронный ресурс]. – URL: [docs.cntd.ru/document/1200094155](http://docs.cntd.ru/document/1200094155) (дата обращения: 05.11.2016).
17. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* Строительная климатология. – М.: НИИСФ РААСН, 2012. – 109 с.

УДК 502.51(556.55:470.26)"2015-2016"

**О.С. Бугранова, Н.А. Цупикова, Ю.С. Костыря**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: tsoupikova@kltu.ru*

### **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРУДА ФОРЕЛЕВОГО (Г. КАЛИНИНГРАД) В 2015–2016 ГГ.**

В данной работе приведен анализ результатов экологического мониторинга, включающего гидрохимические и альгологические исследования в 2015–2016 гг. в западной части пруда Форелевого, испытывающей серьезную разностороннюю антропогенную нагрузку. Целью работы является оценка экологического состояния данного водоема по комплексу показателей качества воды (численность и биомасса фитопланктона, виды-индикаторы сапробности среды и ключевые гидрохимические параметры, позволяющие охарактеризовать степень эвтрофирования). По собранным данным стало возможно определить класс качества воды, сапробность и трофность водоема. Исследования показали, что воды пруда Форелевого характеризуются как эвтрофные, умеренно-загрязненные, мезосапробные. Альгофлора озера характерна для водоемов и водотоков европейской территории России с преобладанием зеленых, диатомовых и синезеленых водорослей. Во время «цветения» пруда были обнаружены токсичные виды водорослей, которые ухудшают качество воды и представляют опасность для человека и животных.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, биогенные элементы, трофность, фитопланктон, сапробность, токсичные виды водорослей.

**O.S. Bugranova, N.A. Tsoupikova, Y.S. Kostyrya**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: tsoupikova@kltu.ru*

### **ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE WESTERN PART OF THE FORELEVY POND (KALININGRAD) IN 2015–2016**

This paper reports an analysis of environmental monitoring results including hydro-chemical and algological study carried out in the western part of the Forelevy Pond in 2015–2016. This water body suffers a sufficient complex anthropogenic load. The aim of the work is to assess the environmental situation of the pond based upon a range of water quality parameters (abundance and biomass of phytoplankton, indicator species of environment saprobity and key hydrochemical criteria that allow identifying the degree of eutrophication). The collected data made it possible to determine the water quality class, saprobity and trophicity of the pond. Studies have shown that the water of the Forelevy Pond can be determined as eutrophic, moderately polluted, mesosaprobic. Algal flora of the lake is typical for water bodies and streams of European Russia with a predominance of green, blue-green algae and diatoms. Some toxic algae species that degrade water quality and pose a danger to humans and animals were discovered during the blooming period.

**Key words:** environmental monitoring, nutrients, trophicity, phytoplankton, saprobity, toxic algal species.

#### **Введение**

Пруд Форелевый (карьер Прибрежный) расположен на юго-западной окраине г. Калининграда, в 50–200 м от Калининградского залива, с которым он связан каналом; направление водообмена зависит от направления ветра. Пруд образовался в результате затопления в 1960–1970 гг. песчаного карьера, разрабатывавшегося с начала XX в. Озеро вытянуто с юго-запада на северо-восток, длиной более 1700 м. Береговая линия довольно изрезана, имеется несколько заливов и береговых выступов, отчетливо разделяющих водоем на две неравные части.

Водоем питают грунтовые воды, атмосферные осадки, сток с прилегающей заболоченной местности, а также четыре скважины, расположенные на прилегающей территории. Береговая растительность характерна для заболоченных лугов, местами располагаются заросли тростника.

Западная часть пруда испытывает усиленное антропогенное воздействие, связанное с расположенным здесь садковым хозяйством по выращиванию рыбы и использованием акватории и прибрежной полосы для отдыха: любительское рыболовство, водный спорт, стихийные необорудованные пляжи (купание запрещено Роспотребнадзором), кафе непосредственно у уреза воды и др. Поверхность воды часто бывает покрыта жирной пленкой (предположительно от асфальтобетонного завода и других промышленных предприятий, находящихся поблизости).

Цель данной работы – оценить экологическое состояние западной части пруда Форелевого, испытывающего усиленную антропогенную нагрузку, по некоторым гидрохимическим показателям и развитию фитопланктона, что позволяет определить уровень трофности водного объекта и функционирование его экосистемы в целом.

### Материалы и методика

Исследования вели в течение 2015–2016 гг. на трех стандартных станциях [1], результаты мониторинга приводятся по данным, полученным на среднем участке с типичным зарастанием берега, примерно равноудаленном от форелевого хозяйства и прибрежной полосы отдыха. Пробы для гидрохимических и альгологических исследований отбирали с прибрежного поверхностного горизонта. Отобранный материал на исследования фитопланктона фиксировали раствором Люголя с добавлением ледяной уксусной кислоты и формалина, а концентрировали методом прямой мембранной фильтрации. Количественный и качественный анализ проб фитопланктона, а также гидрохимический анализ проводили согласно общепринятым методикам [2–4].

### Результаты исследования

Анализ полученных гидрохимических материалов свидетельствует о том, что водоем сильно эвтрофирован. Относительное содержание растворенного кислорода в основном снижено, обычно наблюдается недосыщение на уровне 60–70%, а летом – часто дефицит; хотя абсолютные значения его концентрации не опускаются ниже 4 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1, а).

В воде содержится достаточно много легко окисляемых органических веществ. В соответствии с классификацией О.А. Алекина, озеро можно отнести к водным объектам со средней (на пределе верхней границы этой градации) или повышенной окисляемостью (до 16 мг О/дм<sup>3</sup>), причем величина перманганатной окисляемости не имеет четко выраженного внутригодового хода и часто превышает нормативные значения для форелевых прудов [5] (рис. 1, б).

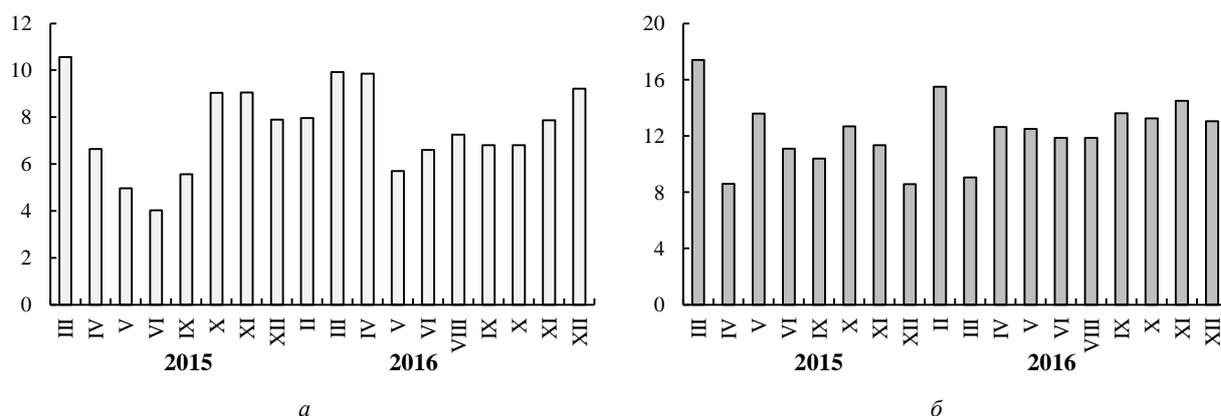


Рис. 1. Динамика гидрохимических показателей пруда Форелевого в 2015–2016 гг.: растворенный кислород, мг/дм<sup>3</sup> (а) и перманганатная окисляемость воды, мг О/дм<sup>3</sup> (б)

Концентрации большинства биогенных элементов в 2015–2016 гг. в целом не слишком высоки. В летний период времени нитриты, фосфаты и общее железо обнаруживались в очень малых количествах. В холодное время года их содержание возрастало, и, например, зимой 2016 г. концентрация нитритов составила около 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, что многократно превышает нормативные

значения и свидетельствует о загрязнении от внешних источников. Единственным исключением является азот аммонийный, по содержанию которого воды Форелевого можно оценить как загрязненные. В течение большей части исследуемого периода он существенно превышал нормативное значение для форелевых прудов (максимум – более 3 мгN/дм<sup>3</sup> вдоль садковой линии в октябре 2015 г.)

Оценка трофности по показателям фитопланктона [6–8] пруда Форелевого (табл. 1) показала, что его также следует в основном отнести к категории эвтрофных.

Таблица 1

Оценка трофности пруда Форелевого по показателям фитопланктона, 2015–2016 гг.

Критерий	Тип трофии				Осредненные данные за 2015–2016 гг.
	олиготр.	мезотр.	эвтроф.	гипертр.	
Средняя биомасса фитопланктона за вегетационный период, Vf, мг/л	<1,0	1–3	3–10	>10	4,90
Индекс трофности, ИТ	20–40	40–60	60–80	>80	55,43
Численность фитопланктона, млн кл./л	0,35–3,85	3,85–20	>20	–	61,04
Диатомовые водоросли, % от общей численности	95–15	15–0	–	–	20,09
Зеленые водоросли, % от общей численности	15–75	75–100	0,0–15	–	8,15
Синезеленые водоросли, % от общей численности	0–55	55–85	85–100	–	71,32

Видовой состав рассмотренных проб фитопланктона за два года насчитывает 121 таксон (46 из которых были определены только до рода) из восьми отделов, 18 классов, 20 порядков, 34 семейств и 54 родов. В таксономическом плане преобладают водоросли отдела зеленые (*Chlorophyta*) и составляют более 40% от общего видового разнообразия, диатомовые (*Bacillariophyta*) – 30% и синезеленые (*Cyanophyta*) – 20%. Остальные отделы водорослей представлены беднее и в сумме занимают около 10% видового разнообразия в период исследования.

Динамика численности фитопланктона в 2015–2016 гг. (рис. 2) определяется, главным образом, динамикой гидрометеорологических условий, обусловленных, в свою очередь, климатом Калининградской области, переходным от морского к умеренно континентальному. Для него характерна очень мягкая зима (в период наблюдений пруд каждую зиму был покрыт льдом только в январе), прохладное лето и теплая осень, высокая влажность воздуха.

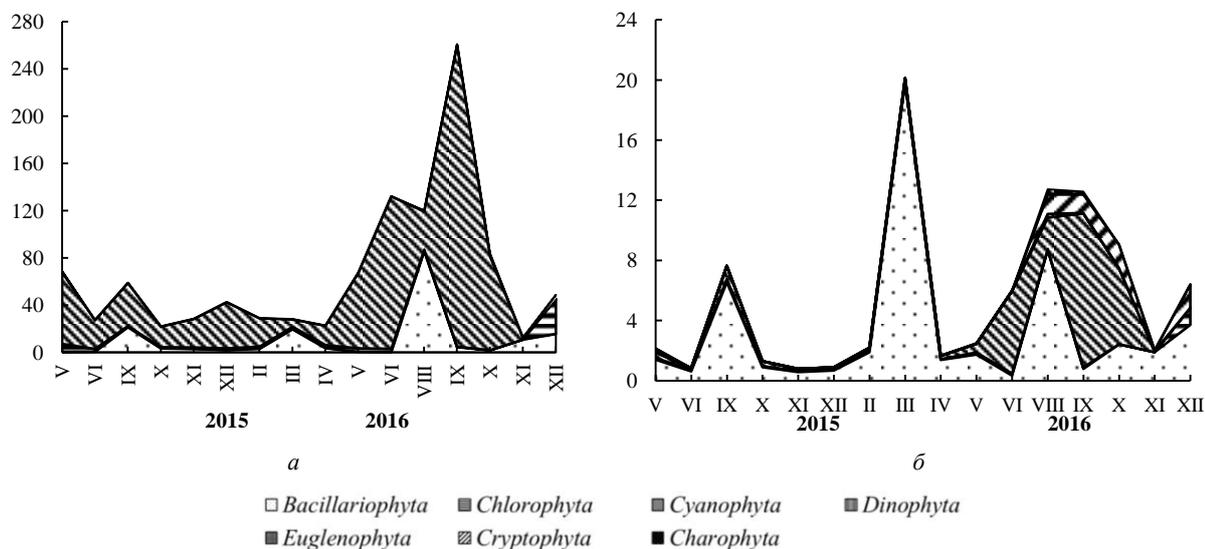


Рис. 2. Динамика общей численности, млн кл./л (а) и биомассы, мг/л (б) основных групп фитопланктона пруда Форелевого за 2015–2016 гг.

В 2015 г. конец весны и первая половина лета были прохладными (среднемесячные температуры воздуха с мая по июль были ниже климатической нормы на 0,4...0,9°C) и дождливыми, в то время как остальная часть года, и особенно ноябрь–декабрь – очень теплыми (среднемесячная температура воздуха превысила среднемноголетние значения на 2,8 и 4,8°C, соответственно), что и объясняет в этом году три пика численности (весенне-летний, летне-осенний и зимний) и один пик биомассы (осенний) фитопланктона. Весенне-летний и зимний пики численности свя-

заны исключительно с массовым развитием синезеленых водорослей родов *Anabaena*, *Microcystis* и *Aphanizomenon*, а летне-осенний, наряду с развитием синезеленых, – развитием крупных форм диатомовых водорослей рода *Melosira*, которые и определяют пик биомассы в осенний период.

В 2016 г. почти постоянно температура воздуха была значительно выше нормы (особенно теплыми выдались март, май и август – среднемесячная температура больше среднемноголетней на 9,6, 6,3 и 4,7°C) и только в январе и октябре – ниже, во многие, в т. ч. летние месяцы – осадков больше нормы. Это способствовало высокой численности и биомассе фитопланктона, которая значительно была выше, чем в 2015 г. Максимальный пик численности наблюдается в осенний период, связанный с развитием тех же родов синезеленых и диатомовых водорослей, как и в 2015 г., а в биомассе наблюдается два пика – весенний и осенний, связанные преимущественно с развитием крупных форм диатомовых водорослей.

В 2015 г. водоросли озера достигают максимальной численности до 70 млн кл./л в мае, а в сентябре 2016 г. – более 250 млн кл./л, и в обоих случаях она обуславливалась высокой численностью синезеленых водорослей.

Максимальная биомасса фитопланктона установлена в 2015 г. в сентябре – 7,6 мг/л, а в 2016 г. в марте – 20 мг/л, обусловленная массовым развитием крупных форм представителей диатомовых водорослей – *Melosira nummuloides* C. Agardh в сентябре и *Melosira moniliformis* (O.F. Müller) C. Agardh в марте.

Из обнаруженных видов фитопланктона 30 являются видами-индикаторами степени сапробности [9]. По этому показателю состав водорослей представлен таким образом: β-мезосапробы – 47%; о-β-мезосапробы – 30%; α-мезосапробы, х-, α-р- и о-сапробы – по 3%. Согласно значению индекса сапробности, вычисленного методом Пантле и Букка в модификации Сладечека [10], и оценке сапробности вод по гидрохимическим показателям [8], воды пруда Форелевого относятся по большей части показателей к категории «умеренно загрязненные» (β-мезосапробный класс) (табл. 2).

Таблица 2

Оценка сапробности вод пруда Форелевого по некоторым показателям, 2015–2016 гг.

Показатель	Чистые воды		Загрязненные воды		Грязные воды		Осредненные данные за 2015–2016 гг.
	Классы сапробности <sup>1</sup>						
	кс	о	бм	ам	п	гп	
Растворенный кислород, % насыщения	95–100	80–110	60–125	30–150	0–200	0	65
Перманганатная окисляемость, мгО/дм <sup>3</sup>	0,0–7,0	7,1–10,0	10,1–20,0	20,1–40,0	40,1–80,0	>80	11,5
Аммоний, мг/дм <sup>3</sup>	0,0–0,05	0,06–0,10	0,11–0,50	0,51–1,00	1,01–3,00	>3	1,4
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	0–0,001	0,001–0,04	0,05–0,08	0,09–1,5	1,6–3,00	>3	0,04
Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	0–0,005	0,006–0,03	0,04–0,10	0,11–0,30	0,31–0,60	>0,63	0,1
Индекс сапробности	–	0,5–1,5	1,51–2,5	2,51–3,5	3,51–4,5	–	1,94

Примечание. <sup>1</sup>Классы сапробности: кс – ксеносапробность, о – олигосапробность, бм – бетамезосапробность, ам – альфамезосапробность, п – полисапробность, гп – гиперсапробность.

В исследованных пробах были зарегистрированы токсичные виды водорослей из отдела *Cyanophyta* – *Anabaena circinalis* Rabenh. ex Born. & Flah., *Anabaena limmermannii* P. Richt, *Anabaena spiroides* Kleb., *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bor. & Flah., *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kütz., *Nodularia spumigena* Mertens ex Bor. & Flah., *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anag. EtKom. Эти виды водорослей во время «цветения» пруда (май-июнь и сентябрь-октябрь 2015–2016 гг.) отмечены в массовых количествах, что делает их опасными для человека и животных в связи с продуцируемыми ими гепато- и нейротоксинами [11].

### Заключение

Проведенные исследования показали, что воды пруда Форелевого по исследованным гидрохимическим показателям характеризуются как эвтрофные, умеренно загрязненные, в частности, индикатором ухудшения его санитарного состояния является повышенная концентрация ионов аммония. Недостаточное качество вод может затруднять дальнейшее развитие форелевого хозяйства, т. к. водоем не подходит для форелевых рыб (хотя пригоден для карповых) как из-за пониженного содержания кислорода, так и вследствие повышенной величины перманганатной окис-

ляемости и азота аммонийного. Согласно оценкам сапробности по фитопланктону и гидрохимическим показателям воды пруда оцениваются как мезосапробные.

Список водорослей пруда Форелевого в 2015–2016 гг. включает 121 таксон, относящихся к восьми отделам, 18 классам, 20 порядкам, 34 семействам и 54 родам. В целом альгофлору озера можно охарактеризовать как зелено-диатомово-синезеленую. Такое соотношение крупных таксономических отделов в озере характерно для водоемов европейской части России [12].

Сезонная динамика развития фитопланктона озера определяется, главным образом, гидрометеорологическими и гидрохимическими условиями. В частности, при хорошем прогреве воды интенсивно развиваются синезеленые водоросли, которые и составили основу фитопланктона водоема на протяжении всего вегетационного сезона в 2015–2016 гг. Накопление фосфатов зимой 2015 г. затем привело к бурному росту водорослей и «цветению» воды в теплое время года в 2016 г. Летом развивались зеленые и диатомовые водоросли, последние достигли своего максимума в общей численности осенью 2016 г.

Исследования позволили выявить присутствие в воде озера токсичных видов, появление которых также свидетельствует об эвтрофировании водоема. Регулярное «цветение» пруда может в дальнейшем поставить под угрозу его использование в рекреационных, рыбоводных и прочих целях.

### Литература

1. Цупкиова Н.А., Костыря Ю.С. Экологическое состояние пруда Форелевого в Калининградской области в 2015–2016 годах // Труды IV Балтийского морского форума. Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» (23–27 мая 2016 г.) / ФГБОУ ВО «Калининградский гос. техн. ун-т». – Калининград: КГТУ, 2016. – С. 236–239.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
3. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. Абакумова В.А. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 318 с.
4. Семенов А. Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
5. Отраслевой стандарт. Охрана природы. Гидросфера. Вода для прудовых форелевых и карповых хозяйств. Общие требования. ОСТ.15-282-83. – М., 1983. – 14 с.
6. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: Учеб.-метод. разработка по курсу «Гидробиология» / Сост. О.Ю. Деревенская. – Казань: КФУ, 2015. – 44 с.
7. Дмитриев В.В. Оценка экологического состояния водных объектов суши // Экология. Безопасность. Жизнь. Экологический опыт гражданских, общественных инициатив. – Гатчина, 1999. – С. 200–217.
8. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – С. 51–62.
9. Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биологического анализа вод. – М.: СЭВ, 1975. – Ч. 3. – 176 с.
10. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Ergebnisse der Limnol. 1973. – № 7. – С. 218.
11. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 367 с.
12. Охапкин А.Г., Юлова Г.А., Старцева Н.А. Состав и эколого-флористическая характеристика фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий (на примере города Нижнего Новгорода) // Бот. журн. – 2002. – Т. 87. – № 2. – С. 78–88.

УДК [502/504+551.35](268.45)

**Е.А. Горбачева**

Полярный научно-исследовательский институт  
морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича,  
Мурманск, 183038  
e-mail: gorbach@pinro.ru

**ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА РАЗРЕЗЕ  
«КОЛЬСКИЙ МЕРИДИАН» (БАРЕНЦЕВО МОРЕ)  
МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

Проведено биотестирование водных вытяжек донных отложений, отобранных на стандартном океано-логическом разрезе «Кольский меридиан» (Баренцево море). В качестве тест-объектов использовали мор-скую одноклеточную водоросль *Phaeodactylum tricorutum* и личинок солоноватоводного жаброногого рачка *Artemia salina*. Большинство изученных вытяжек не оказывало негативного воздействия на рост культуры водоросли и выживаемость рачков. Слаботоксичными для личинок *A. salina* являлись лишь вытяжки донных отложений ст. 3 и 6, в которых выживаемость рачков не превышала 85%. Отмечено ингибирование деления клеток водоросли *Ph. tricorutum* в первой половине эксперимента в вытяжках донных отложений ст. 5 и 9, сменившееся к концу опыта восстановлением или стимуляцией. В остальных вытяжках наблюдали лишь стимуляцию роста культуры водоросли. Полученные результаты свидетельствуют о сохранении низкого уровня загрязнения донных отложений на большинстве станций разреза «Кольский меридиан».

**Ключевые слова:** биотестирование, морские донные отложения, *Phaeodactylum tricorutum*, *Artemia salina*, Баренцево море.

**E.A. Gorbacheva**

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography,  
Murmansk, 183038  
e-mail: gorbach@pinro.ru

**TOXICITY EVALUATION OF BOTTOM SEDIMENTS  
ON THE KOLA SECTION (THE BARENTS SEA) BY BIOTESTING**

The biological testing of water extractions from bottom sediments taken on the standard hydrographic Kola Section (the Barents Sea) was conducted. Sea marine microalgae *Phaeodactylum tricorutum* and larvae of brackish water shrimp *Artemia salina* were used as test objects. Most of examined extractions had no negative influence on growth of alga culture and shrimp survival. Only the extractions from sediments at Stations 3 and 6, in which the crustacean survival did not exceed 85% were with low toxicity for *A. salina*. Inhibition of the micro-algae *Ph. tricorutum* cell division in the first half of the experiment in the sediment extracts at Stations 5 and 9 that was replaced by restoration or stimulation at the end of the experiment was marked. In the other extractions, only the stimulation of microalga culture growth was registered. The obtained results indicate on a remained low level of the pollution of bottom sediments at most of stations of the Kola Section.

**Key words:** bioassay, marine sediments, *Phaeodactylum tricorutum*, *Artemia salina*, Barents Sea.

Стандартный океанографический разрез «Кольский меридиан» расположен в центральной части Баренцева моря к северу от Кольского залива по 33°30' в. д. до 77° с. ш. и пересекает воды Прибрежной и Основной ветвей Мурманского и Центральной ветви Нордкапского течений. Первые исследования океанологических характеристик морских вод на разрезе относятся к началу двадцатого столетия. С 1928 г. наблюдения здесь стали регулярными и прерывались лишь в период с 1941 по 1944 гг. В настоящее время на станциях, расположенных вдоль разреза «Кольский меридиан», ведется изучение изменчивости океанографических условий, состояния планктонных и бентосных сообществ, а также исследуется уровень загрязненности морских вод и донных отложений и др.

В 2016 г. на разрезе «Кольский меридиан» была проведена оценка токсичности донных отложений методом биотестирования. Приемы биотестирования позволяют оценить интегральную токсичность, обусловленную присутствием в среде всех загрязняющих веществ, с учетом синергетического и антагонистического влияния. Биотестирование показывает токсичность пробы воды или донных отложений для специально подобранных наиболее чувствительных организмов. Для оценки токсичности нами были выбраны донные отложения, т. к. в отличие от динамичной водной среды они способны характеризовать долговременные тенденции в распределении загрязняющих веществ.

Пробы донных отложений были отобраны в 2016 г. в рейсе НИС «Фридьоф Нансен» в Баренцевом море на участке разреза «Кольский меридиан» от 70°00' до 74°00' с. ш. – ст. 2–10 (рис. 1).

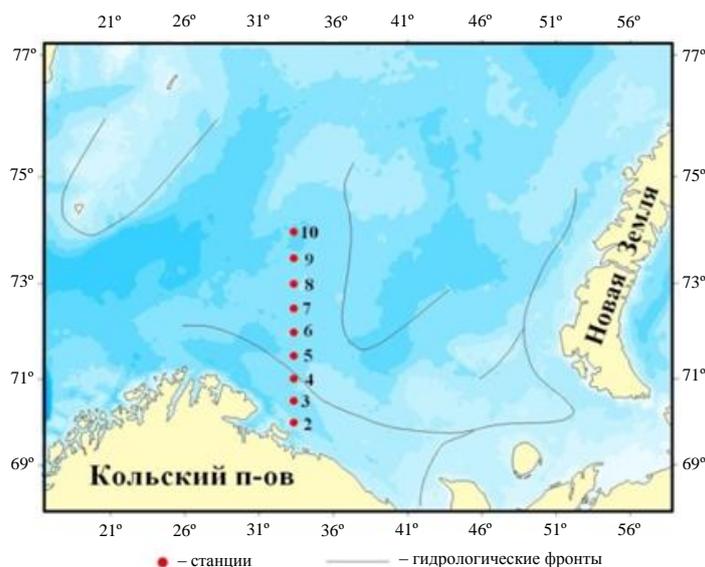


Рис. 1. Расположение станций отбора проб донных отложений

Биотестированию подвергались водные вытяжки донных отложений. При получении вытяжек каждую пробу донных отложений смешивали с водой из условно чистого района моря в объемном соотношении 1:4 и встряхивали в течение 2 ч. После смешивания суспензии давали отстояться 1 ч. Полученную надосадочную жидкость сливали и центрифугировали в течение 10 мин при скорости 4000 об/мин.

В качестве тест-объектов использовали морскую одноклеточную водоросль *Phaeodactylum tricorutum* и личинок солоноватоводного жаброногого рачка *Artemia salina*. Тест-параметрами являлись изменение численности клеток водоросли и выживаемость личинок. При постановке экспериментов на водоросли *Ph. tricorutum* руководствовались ГОСТ 31960-2012 [1], личинках *A. salina* – ГОСТ 31959-2012 [2]. Продолжительность опытов составляла 96 ч.

Вытяжку донных отложений считали нетоксичной для *Ph. Tricorutum*, если в конце эксперимента численность клеток водоросли в ней составляла  $\geq 90\%$ , слаботоксичной – 89–65%, среднетоксичной – 50–64%, высокотоксичной – 0–49% от контроля. Для личинок *A. salina* вытяжка донных отложений являлась нетоксичной при выживаемости рачков в конце опыта 90–100%, слаботоксичной – 89–65%, среднетоксичной – 50–64%, высокотоксичной – 0–49%.

Донные отложения, отобранные на ст. 2–8 разреза «Кольский меридиан», были представлены песчанистым илом, ст. 9 и 10 – глиной.

В подавляющем большинстве вытяжек донных отложений, отобранных на разрезе «Кольский меридиан», наблюдали стимуляцию роста культуры *Ph. Tricorutum* (рис. 2). Наиболее высокую численность водоросли (250% по сравнению с контролем) отмечали в вытяжке донных отложений ст. 10 в конце экспозиции. В вытяжках донных отложений ст. 4, 7 и 8 количество клеток *Ph. Tricorutum* в отдельные периоды эксперимента возрастало до 180–210%, ст. 2, 3 и 6 – до 125–160% по сравнению с контролем.

Угнетение роста водоросли наблюдали лишь в вытяжках донных отложений ст. 5 и 9 (рис. 2). В вытяжке донных отложений ст. 5 на 2-е сут опыта зарегистрировали снижение численности клеток *Ph. Tricorutum* до 88% по сравнению с контролем, которое в последующем сме-

нилось восстановлением и даже стимуляцией роста. В вытяжке донных отложений ст. 9 отмечали более глубокое и продолжительное подавление размножения клеток *Ph. tricornutum*. С 1-х по 3-и сут эксперимента численность водоросли здесь изменялась в диапазоне от 58 до 89% и лишь в конце эксперимента достигала 90% по сравнению с контролем. Так как в конце эксперимента численность клеток *Ph. Tricornutum* в водных вытяжках донных отложений ст. 5 и 9 составляла 90% по сравнению с контролем и выше, то их можно считать нетоксичными для водоросли. Вероятно, концентрации загрязняющих веществ в этих вытяжках уже чувствительны для *Ph. tricornutum*, но культура водоросли оказалась способна адаптироваться к изменившимся условиям среды.

Негативное воздействие на выживаемость личинок *A. salina* отмечали в двух из девяти вытяжек донных отложений, отобранных на разрезе «Кольский меридиан». Так, слаботоксичными для личинок оказались вытяжки донных отложений ст. 3 и 6, в которых выживаемость рачков в конце эксперимента составила 85% (рис. 3). На уровне, близком к контрольному (95–100%), сохранялась выживаемость личинок *A. salina* в вытяжках донных отложений ст. 2, 4, 5 и 7–10, и их можно считать нетоксичными для данного тест-объекта.

Результаты экспериментов свидетельствуют о низком уровне загрязнения донных отложений на большей части разреза «Кольский меридиан». Более чувствительны к загрязняющим веществам, присутствующим в исследованных донных отложениях, оказались личинки *A. salina*. Для водоросли *Ph. tricornutum* ни одна из вытяжек токсичной не являлась.

Стимуляция роста культуры водоросли, отмеченная в подавляющем большинстве вытяжек донных отложений, вероятно, обусловлена обогащением их соединениями азота и фосфора. Известно, что в донных отложениях происходит регенерация и накопление биогенных элементов, и повышенное их содержание в вытяжках наблюдается, как правило, и в отсутствие загрязнения. На увеличение по сравнению с фоном концентраций биогенных элементов в вытяжках указывают опубликованные данные [3]. Кроме того, отмечают присутствие в иловых отложениях биологически активных веществ индольной и фенольной природы, которые могут благоприятно воздействовать на водоросли. Свободные индольные соединения иловых отложений легко переходят в воду и обладают стимулирующий рост активностью по отношению к водорослям [4]. Исследованные вытяжки были получены преимущественно из песчанистого ила (ст. 2–8) и, возможно, содержали биологически активные соединения индольной и фенольной природы, которые, наряду с биогенными элементами, могли стимулировать деление клеток *Ph. tricornutum*. Вместе с тем нельзя исключить, что стимуляция роста микроводорослей в некоторых вытяжках могла быть результатом влияния низких концентраций загрязняющих веществ. Явление стимуляции какой-либо системы организма внешними воздействиями, имеющими силу, недостаточную для проявления вредных эффектов, называют гормезисом [5].

Кратковременное ингибирование размножения клеток *Ph. tricornutum*, зарегистрированное в вытяжках донных отложений ст. 5 и 9, и сменившееся в дальнейшем восстановлением или стимуляцией данной функции, свидетельствует о содержании в среде загрязняющих веществ в концентрациях, способных оказывать негативное воздействие на водоросли. Восстановление или стимуляция численности водоросли, отмеченные в конце эксперимента, не позволяют считать

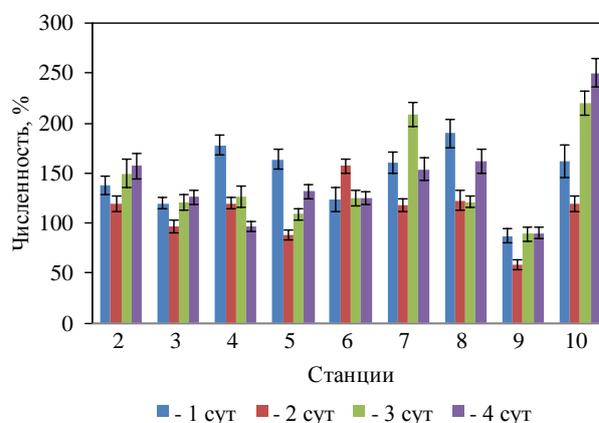


Рис. 2. Динамика численности водоросли *Ph. tricornutum* в вытяжках донных отложений разреза «Кольский меридиан»

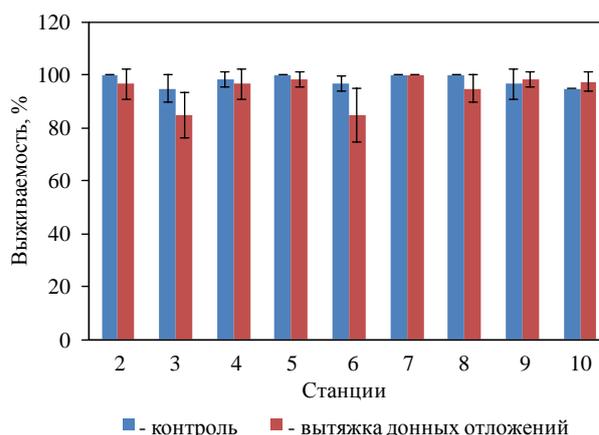


Рис. 3. Выживаемость личинок *A. salina* в вытяжках донных отложений разреза «Кольский меридиан»

эти вытяжки токсичными для *Ph. tricornutum*. Такой подход, когда в краткосрочных (2–7 сут) экспериментах о степени токсичности среды для культуры водоросли судят на основании результатов, полученных в последние сутки опыта, преобладает в методических документах [1, 6, 7]. Однако чередования состояний угнетения, временного восстановления и даже стимуляции биосистемы может рассматриваться в водной токсикологии как проявление элементов фазности токсического эффекта [8]. Полагают, что токсический эффект на каждом уровне биологической организации является результатом взаимодействия двух процессов: пассивной составляющей развития поражения и активного ответа системы [9]. В итоге в динамике токсического эффекта могут формироваться фазы первичных нарушений, компенсации или стимуляции и фаза финальной декомпенсации [8]. Стимуляцию или восстановление функции в таком случае можно рассматривать в качестве проявления временной адаптации к токсическому фактору.

Проявлением фазности в развитии токсического эффекта, возможно, обусловлено и существование гормезиса. Полагают, что химическое воздействие на организм порождает ответные адаптивно-компенсаторные реакции, которые, развиваясь по принципу упреждения, могут не только нейтрализовать негативный эффект воздействия, но и активизировать на пользу организма ресурсы, в обычных условиях не востребованные. Гормезис в таком случае рассматривается как естественная фаза токсического эффекта. Однако его количественное проявление зависит от взаимодействия «поражения» и компенсаторных реакций организма [10].

Загрязняющие вещества, обусловившие отрицательное воздействие отдельных вытяжек донных отложений на тест-объекты, могли поступать в район исследований вместе с водами Северо-Атлантического течения, несущего загрязнение от северо-европейских промышленных центров, в результате атмосферного переноса, а также со сбросами транспортных, рыболовных и военных судов. Следует отметить, что загрязнение накапливается в донных отложениях неравномерно. Уровень содержания поллютантов в донных отложениях зависит не только от их концентрации в водной среде, но и гидродинамических условий и рельефа дна, определяющих аккумуляцию осадочного материала, сорбционной емкости самих донных отложений и других факторов.

Таким образом, большинство вытяжек, полученных из донных отложений, отобранных на разрезе «Кольский меридиан», не оказывали негативного воздействия на тест-объекты, что свидетельствует о сохранении достаточно низкого уровня загрязнения морской среды. Установлена слабая токсичность для личинок *A. Salina* вытяжек донных отложений, отобранных на ст. 3 и 6. Для культуры водоросли *Ph. Tricornutum* исследованные вытяжки донных отложений не токсичны. Отмечено лишь ингибирование размножения клеток водоросли в первой половине эксперимента в вытяжках донных отложений ст. 5 и 9, сменившееся к концу эксперимента восстановлением или стимуляцией.

### Литература

1. ГОСТ 31960-2012 Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin и *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve. – М.: Стандартинформ, 2014. – 40 с.
2. ГОСТ 31959-2012 Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. – М.: Стандартинформ, 2014. – 26 с.
3. Методика получения водных вытяжек из донных отложений для их биотестирования / Э.П. Щербань, О.М. Арсан, Т.Н. Шаповал, А.М. Цветкова, Ю.К. Пищолка // Гидробиол. журн. – 1994. – Т. 30. – № 4. – С. 100–111.
4. Арендарчук Т.А. Биологически активные вещества иловых отложений Днепра // Гидробиол. журн. – 1975. – Т. XI. – № 3. – С. 59–63.
5. Southam C.M., Ehrlich J. Effects of extracts of western red-cedar heart wood on certain wood-decaying fungi in culture // Phytopathology. – 1943. – V. 33. – P. 517–524.
6. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА–Природа, 2002. – 118 с.
7. ГОСТ Р 54496-2011 Вода. Определение токсичности с использованием зеленых пресноводных одноклеточных водорослей. – М.: Стандартинформ, 2012. – 53 с.
8. Филенко О.Ф. Некоторые закономерности действия химических веществ на водные организмы: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1990. – 36 с.
9. Филенко О.Ф. Динамика эффекта загрязняющих веществ в экотоксикологии // Токсикологический вестник. – 2001. – № 2. – С. 2–6.
10. Гершкович Д.М. Гормезис при действии потенциально токсичных веществ в пожизненных испытаниях (на примере *Ceriodaphnia affinis* Lilljborg): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2012. – 22 с.

УДК 502/504(268.46)

**Н.В. Климовский, О.Н. Мохова, В.Г. Чернова, М.В. Каргин**

*Северный филиал ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт  
морского рыбного хозяйства и океанографии имени Н.М. Книповича»,  
Архангельск, 163002  
klimovskiy@pinro.ru*

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДАХ БЕЛОГО МОРЯ**

Представлены результаты исследований, проведенных в Белом море осенью 2016 г. Приведены данные по содержанию в воде нефтяных углеводородов, тяжелых металлов (медь, цинк, кадмий, свинец), фенолов и алюминия. Представлены карты-схемы распределения загрязняющих веществ в поверхностном и придонном слоях воды. Выявлено, что в настоящее время загрязненность морских вод находится на сравнительно низком уровне.

**Ключевые слова:** Белое море, загрязняющие вещества, предельно допустимые концентрации.

**N.V. Klimovskiy, O.N. Mokhova, V.G. Chernova, M.V. Kargin**

*Northern branch of Knipovich Polar Research Institute  
of Marine Fisheries and Oceanography, Arkhangelsk, 163002  
klimovskiy@pinro.ru*

## **DISTRIBUTION OF POLLUTANTS IN WATERS OF THE WHITE SEA**

Results of the researches conducted in the White Sea in autumn 2016 are presented. Data on content in water of oil hydrocarbons, heavy metals (copper, zinc, cadmium, lead), phenols and aluminum are provided. Chart maps of the pollutant distribution in the surface and the bottom layers of water are presented. It is revealed that now impurity of sea waters is at a rather low level.

**Key words:** White Sea, polluting substances, maximum permissible concentration.

### **Введение**

Белое море является внутренним шельфовым водоемом Мирового океана, принимающим значительное количество химических веществ, которые находятся в растворенном и взвешенном состоянии. Это море служит барьером на пути их переноса в Северный Ледовитый океан. Исследование загрязнений этого моря является важной и актуальной темой. В Белом море наиболее распространенными загрязняющими веществами (ЗВ) являются нефтяные углеводороды (НУ), тяжелые металлы (ТМ) и фенолы. Основными природными источниками нефтяного загрязнения морской среды являются выходы нефти на дне моря и менее значительными источниками – эрозийные процессы. Важнейшими антропогенными источниками являются морской транспорт, военные корабли, суда различного назначения, реки и другие водные системы, куда ЗВ попадают с грунтовыми водами, а также в результате сброса сточных вод с различных береговых объектов [1].

Источниками ТМ в водоемах являются атмосферные осадки, промышленные отходы, естественная эрозия, стоки с почв, городские, промышленные и бытовые стоки и др. Увеличение концентраций ТМ в морских водах может быть связано с трансграничными переносами поллютантов, образующихся в результате антропогенной деятельности [2].

Фенолы являются одним из наиболее распространенных ЗВ, поступающих в природные воды со сточными водами нефтеперерабатывающих, лесохимических и др. предприятий. В природных условиях фенолы образуются при процессах метаболизма водных организмов, при биохимическом окислении и трансформации органических веществ, протекающих как в водной толще, так и в донных отложениях [2].

Алюминий попадает в природные воды естественным путем при частичном растворении глинистых минералов и алюмосиликатов, также в результате вредных выбросов отдельных производств (химиче-

ская, нефтеперерабатывающая промышленность, машиностроение, строительство и т. д.) с атмосферными осадками и сточными водами. Он оказывает разностороннее токсическое воздействие на теплокровные организмы [3].

В последние десятилетия на акватории и в прибрежных зонах Белого моря заметно возросла разнообразная хозяйственная деятельность, включая работы, связанные с транспортировкой углеводородного сырья. В связи с этим, наиболее эффективным инструментом для определения характера и масштабов воздействия хозяйственной деятельности на водную экосистему является мониторинг состояния ее различных элементов. Наличие мониторинговой информации дает возможность отслеживать существующие и возникающие процессы с негативными последствиями и на этой основе прогнозировать их развитие. Это, в свою очередь, позволяет сделать хозяйственную деятельность экологически оптимальной, разработать и реализовать эффективные природоохранные мероприятия.

### Материал и методы

Характеристика уровня загрязнения экосистемы Белого моря дана на основе исследований, проведенных Северным филиалом ФГБНУ «ПИНРО» на сети станций экологического мониторинга открытых районов Белого моря осенью 2016 г. В качестве ЗВ в воде был определен перечень поллютантов, наиболее характерных для рассматриваемого морского объекта: нефтепродукты – во всех районах моря; ТМ, фенолы и алюминий – в Двинском и Онежском заливах. Отбор проб выполнялся на станциях, расположенных как в поверхностном, так и в придонном слоях воды: из поверхностного слоя пробы отбирались с помощью эмалированного 10-литрового ведра, из придонного – с помощью пластмассового 5-литрового батометра типа «Gydrobios» [4].

Для определения массовой концентрации НУ в воде применялся флуориметрический метод, основанный на экстракции их гексаном и измерении интенсивности флуоресценции экстракта на анализаторе жидкости «Флюорат-02» [5]. Для определения массовой концентрации алюминия и фенолов в пробах природных вод применяли также флуориметрический метод [6, 7]. Для определения массовой концентрации токсичных металлов в пробах природных вод использовался атомно-абсорбционный метод [8].

### Результаты и обсуждение

По данным исследований выявлено, что превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) НУ для водоемов рыбохозяйственного назначения ( $0,05 \text{ мг/дм}^3$ ) наблюдалось только в поверхностных водах Мезенского залива на выходе из залива ( $0,061 \text{ мг/дм}^3$ ) и Воронки моря в пр. Орловская Салма у Горяиновской Кошки ( $0,083 \text{ мг/дм}^3$ ). В придонном горизонте превышений ПДК не наблюдалось, колебания составили от  $0,022 \text{ мг/дм}^3$  до  $0,044 \text{ мг/дм}^3$  (рис. 1).

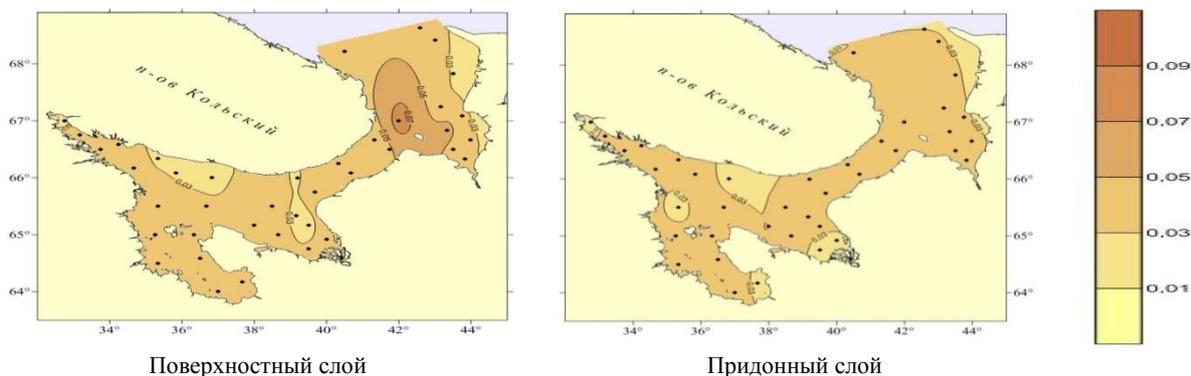


Рис. 1. Распределение нефтяных углеводородов ( $\text{мг/дм}^3$ ) в поверхностном и придонном слоях воды Белого моря осенью 2016 г.

Количество фенольных соединений в 2016 г. превышало ПДК ( $0,001 \text{ мг/дм}^3$ ) на всей обследованной акватории Двинского и Онежского заливов, колебания концентраций составили 2–4 ПДК (рис. 2).

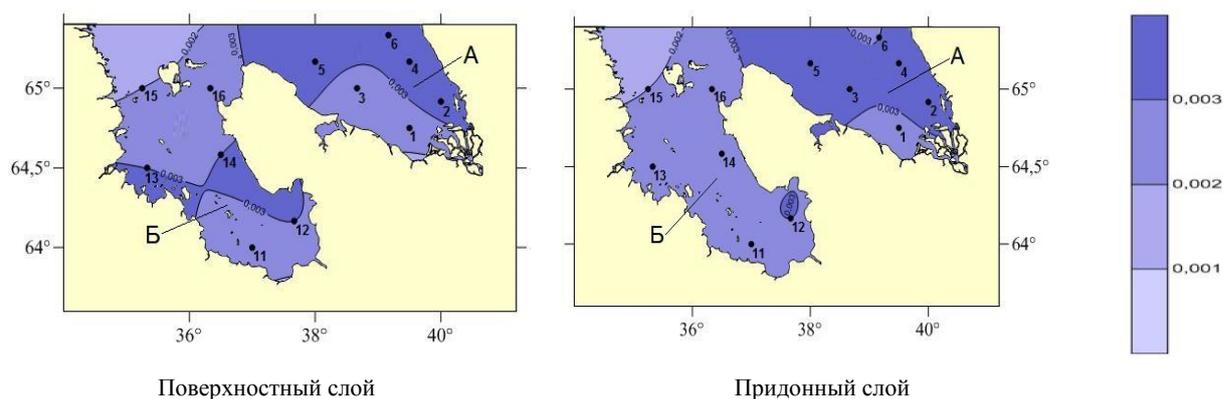


Рис. 2. Распределение фенолов ( $\text{мг/дм}^3$ ) в поверхностном и придонном слоях воды в Двинском (А) и Онежском (Б) заливах осенью 2016 г.

Основными источниками фенолов в заливах являются стоки рр. Северная Двина и Онега, а также сточные воды г. Архангельск, Северодвинск и Онега, кроме этого в морских водах встречаются фенольные соединения и природного происхождения.

Превышение в 2016 г. ПДК алюминия ( $0,04 \text{ мг/дм}^3$ ) выявлено в придонном слое воды на станции напротив м. Лопшеньгский Двинского залива ( $0,130 \text{ мг/дм}^3$ ), и незначительное повышение отмечено в поверхностных водах кутовой части Онежского залива ( $0,046 \text{ мг/дм}^3$ ) (рис. 3). Повышенное содержание алюминия в куту Онежского залива в осенний период связано, скорее всего, с последствиями деятельности Северо-Онежского бокситового рудника. В течение десятилетий происходило накопление алюминия в донных отложениях кутовой части залива. В результате штормов происходит взмучивание донных осадков, и в воде резко повышается содержание алюминия, которое не наблюдается при тихой погоде.

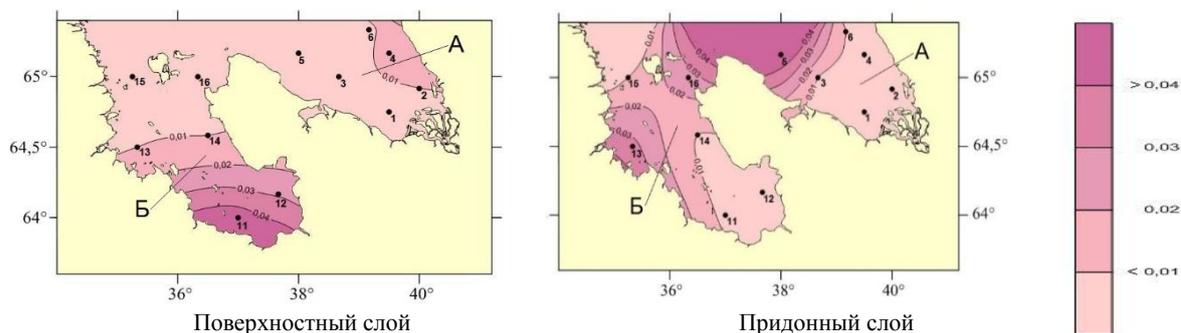


Рис. 3. Распределение алюминия ( $\text{мг/дм}^3$ ) в поверхностном и придонном слоях воды в Двинском (А) и Онежском (Б) заливах осенью 2016 г.

Концентрации ТМ в Онежском и Двинском заливах в 2016 г. в основном были или значительно ниже рыбохозяйственных ПДК или ниже пределов обнаружения применяемого метода анализа (табл.).

Таблица

Содержание тяжелых металлов ( $\text{мг/дм}^3$ ) в водах Двинского и Онежского заливов Белого моря осенью 2016 г.

Район	№ станции, горизонт	Медь	Цинк	Кадмий	Свинец
Двинский залив	1 поверхностный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	1 придонный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	2 поверхностный	<0,001	0,005	0,005	<0,005
	2 придонный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	3 поверхностный	<0,001	< 0,001	0,004	<0,005
	3 придонный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	4 поверхностный	<0,001	< 0,001	0,004	<0,005
	4 придонный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	5 поверхностный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	5 придонный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	6 поверхностный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	6 придонный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005

Окончание табл.

Район	№ станции, горизонт	Медь	Цинк	Кадмий	Свинец
Онежский залив	11 поверхностный	<0,001	0,003	<0,0005	<0,005
	11 придонный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	12 поверхностный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	12 придонный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	13 поверхностный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	13 придонный	<0,001	0,004	<0,0005	<0,005
	14 поверхностный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	14 придонный	<0,001	0,003	<0,0005	<0,005
	15 поверхностный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	15 придонный	<0,001	0,006	<0,0005	<0,005
	16 поверхностный	<0,001	< 0,001	<0,0005	<0,005
	16 придонный	<0,001	0,002	<0,0005	<0,005

Содержание меди было <0,001 мг/дм<sup>3</sup>, свинца – <0,005 мг/дм<sup>3</sup>, что не превышало ПДК для меди 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, свинца – 0,006 мг/дм<sup>3</sup>. Количество цинка на большинстве станций было <0,001 мг/дм<sup>3</sup>, на некоторых станциях в придонных слоях изменялось от 0,002 мг/дм<sup>3</sup> до 0,006 мг/дм<sup>3</sup> (станция № 16 в пр. Восточная Соловецкая Салма и № 15 в пр. Западная Соловецкая Салма, соответственно), не превышая ПДК (0,01 мг/дм<sup>3</sup>). Концентрация кадмия в Онежском заливе оказалась ниже предела обнаружения методики <0,0005 мг/дм<sup>3</sup>, в Двинском заливе максимальное количество 0,005 мг/дм<sup>3</sup> отмечено в поверхностном слое его кутовой части, что соответствовало уровню ПДК для кадмия (0,005 мг/дм<sup>3</sup>).

### Выводы

Проведенные исследования показали, что в осенний период 2016 г. концентрации НУ в воде Белого моря были сравнительно низкими, а их незначительное превышение (ниже 2 ПДК) в некоторых районах не способно оказать негативного воздействия на условия развития его биоресурсов. Содержание фенольных соединений на обследованных акваториях Двинского и Онежского заливов превышало ПДК в 2–4 раза. Повышенное содержание фенолов может быть, как антропогенного (стоки рр. Северная Двина и Онега), так и природного характера, связанным с деструкцией водорослей.

Эпизодическое превышение алюминия относительно уровня ПДК связано с увеличением в осенний период числа штормов, под их воздействием происходит взмучивание донных отложений, и в результате десорбции в воду выделяется дополнительное количество алюминия.

Концентрации ТМ в Онежском и Двинском заливах в основном были или значительно ниже рыбохозяйственных ПДК, или ниже пределов обнаружения применяемого метода анализа.

Полученные количественные результаты содержания рассмотренных ЗВ указывают на сравнительно низкий уровень загрязнения вод Белого моря.

### Литература

1. Дурягина Е.Г. Нефтепродукты в морской среде // Ученые записки. РГМУ. – 2011. – № 17. – С. 122–130.
2. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.
3. Шугалей И.В. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы / И.В. Шугалей, А.В. Гарабаджиу, М.А. Илюшин, А.М. Судариков // Экологическая химия. – 2012. – Т. 21. – № 3. – С. 172–186.
4. ГОСТ 17.1.5.05-85 Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 12 с.
5. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат -02». – М., 2012. – 25 с.
6. ПНД Ф 14.1:2:4.182-02 Методика выполнения измерений массовой концентрации фенолов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат -02». – М., 2012. – 29 с.
7. ПНД Ф 14.1:2:4.181-02 Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат -02». – М., 2010. – 25 с.
8. ФР.1.31.2007.03683 Методика выполнения измерений массовой долей токсичных металлов в пробах природных, питьевых и сточных вод атомно-абсорбционным методом. – М., 2007. – 12 с.

УДК 504.062

**С.Г. Коростелев**

*Всемирный фонд дикой природы в России,  
Москва, 109240  
e-mail: skorostelev@wwf.ru*

### **ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Анализируются современные проблемы управления промыслом водных биоресурсов в морях России и предлагаются меры по их устранению.

**Ключевые слова:** общий допустимый улов, рекомендованный вылов, ННН-промысел, контрольный лов, выбросы.

**S.G. Korostelev**

*World Wildlife Fund,  
Moscow, 109240  
e-mail: skorostelev@wwf.ru*

### **PROBLEMS OF RATIONAL USE OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES IN THE CONTEMPORARY CONTEXT**

Contemporary problems of fishery management of living aquatic resources in the seas of Russia are analyzed and measures to eliminate them are proposed.

**Key words:** total allowable catch, recommended catch, IUU fishing, control fishing, emissions.

Одним из основных принципов государственного управления в области охраны и использования животного мира (ФЗ-52 «О животном мире» от 22.03.95), в т. ч. и водных биоресурсов, является обеспечение его устойчивого существования и устойчивого использования. В отношении водных биоресурсов данный принцип реализуется в виде ежегодного утверждения правительством РФ общих допустимых уловов (ОДУ) для основных промысловых видов. При этом тем же законом «О животном мире» определено, что материалы, обосновывающие объемы изъятия объектов животного мира, подлежат обязательной государственной экологической экспертизе. Таким образом, ОДУ – это инструмент управления, который с точки зрения науки позволяет без ущерба для популяций промысловых объектов ежегодно использовать максимально возможную часть их биомассы для хозяйственного использования. С другой стороны, этот инструмент государственного управления имеет еще одну важную составляющую, он позволяет поделить ОДУ на части (квоты) и обеспечить ими рыбодобывающие компании.

Проанализируем работоспособность инструмента государственного управления водными биологическими ресурсами (ВБР) с использованием ОДУ.

Со стороны рентабельности промысла отдельных видов:

– сверхрентабельные (промысел осетровых, крабов на Дальнем Востоке). ОДУ за счет криминального и промышленного браконьерства превышает в несколько раз, как инструмент, ограничивающий объемы вылова, абсолютно не действует. Раздел небольших объемов ОДУ на множество пользователей (камчатский краб в 2007 г.), получающих мизерные квоты, усложняет ситуацию, провоцируя к промышленному браконьерству. В связи с этим с 2008 по 2013 гг. был введен запрет на промышленный лов, с 2014 г. промысел возобновился в связи с восстановлением запасов;

– высокорентабельные (минтай, тихоокеанские лососи) за счет дополнительной высокоценной продукции – икры. ОДУ за счет всех видов браконьерства и выбросов низкорентабельного сырья превышает на 25–50%. Учет данных факторов при прогнозировании позволяет внести коррективы и занизить ОДУ [1]. Как инструмент управления вполне работоспособен, но начиная с 2009 г.,

когда финансирование отраслевой науки перешло от квот к реальным деньгам, практически прекратился «контрольный лов», который как раз и позволял реально оценивать все виды выбросов. Соответственно, такие поправки перестали вноситься в прогноз ОДУ;

Для минтая пятилетний, а затем и десятилетний раздел квот по долям от ОДУ стабилизировал ситуацию среди крупных предприятий (грешат в основном выбросами), а среди мелких, в рамках прибрежного рыболовства провоцирует промышленное браконьерство, кроме того появились «рыбаки в тапочках» – торговцы квотами.

Для тихоокеанских лососей с 2009 г. заработал механизм оперативного регулирования в рамках рекомендованного вылова (РВ), исключающего длительный процесс государственной экологической экспертизы. Дальнейшая либерализация промысла, особенно на Сахалине и Камчатке в виде «олимпийской системы», привела к значительному снижению промышленного браконьерства. Однако до сих пор высока доля криминального, бытового браконьерства и промысла под видом КМНС (коренных малочисленных народов Севера).

– низкорентабельные (сельдь, навага, камбалы, треска, терпуг). ОДУ в целом по районам если и превышает, то незначительно. Раздел квот между предприятиями по видам не учитывает многовидовой характер большинства промыслов этих объектов (за исключением тралового сельди и ярусного трески), что приводит к массовым выбросам видов, не указанных в разрешении на промысел;

– нерентабельные (ламинарии в прикамчатских водах, бычки, озерные сельди, мойва, кукумария и др.). ОДУ практически не осваивался и большинство объектов были переведены в категорию «неодуемых». Процесс перевода и возвращения происходит уже в течение 9 лет. Почему это происходит?

1. Эти квоты позволяют некоторым предприятиям под официальным прикрытием заниматься браконьерством.

2. Эти объемы используются для обеспечения минимальной загрузки на судно, что также обеспечивает промышленное браконьерство.

3. Квоты этих объектов используются также для уклонения от ряда статей правил рыболовства, касающихся специализированных промыслов.

4. За счет квот РВ довольно часто подменяются более ценные объекты промысла.

В данном аспекте необходимо проанализировать эффективность использования ОДУ. В качестве примера для сравнения возьмем промысел снюрреводом на МРС и промысел мотобота ставными сетями в Авачинском заливе. Для рентабельного промысла МРС с экипажем 8–10 человек должен выловить за сезон не менее 800–1000 т. На одного рыбака необходима квота в размере 100 т. Мотобот с экипажем 4–5 человек вылавливает за сезон 100–120 т. Квота на рыбака 25 т. Эффективность использования ОДУ для мотобота в четыре раза больше, чем для МРС. Из опыта работы известно, что маломерный флот из новостроя окупается в течение трех лет. Новых же судов класса МРС практически не появилось в последние годы.

В зависимости от принципа организации рыболовства:

– совместный промысел множества рыбопромышленников на акватории района. ОДУ и ВВ позволяет контролировать совместные промысловые усилия и, в случае необходимости, приостанавливать промысел. Раздел квот в зависимости от промысловой истории (количества судов) у предприятия обеспечивает наиболее рациональное освоение ОДУ, а ВВ освоить нерентабельные объекты.

Однако при прибрежном промысле в условиях Камчатского края из-за слаборазвитой береговой инфраструктуры ОДУ, определенный, к примеру, на всю Петропаловск-Командорскую подзону, осваивается в пределах возможности доставки улова на берег. В Авачинском заливе промысловый пресс чрезмерен, в Кроноцком в два раза ниже, а в Камчатском почти отсутствует. Это приводит даже к изменению структуры донных ихтиоценов [2, 3]. Следовательно, и ОДУ, и его доли в виде квот предприятий не работают как инструмент государственного управления в прибрежном рыболовстве Камчатки.

Благодаря оперативной работе комиссий по анадромным и ежедневной отчетности промысловиков, значительные переловы практически исключены, но переловы в отдельных реках случаются по нескольким причинам: несовершенная схема проходных дней в ряде водоемов; возможность легализации криминальных уловов рыб, миновавших промысел; запаздывание по времени оценки заполнения нерестилищ; практически неконтролируемый промысел КМНС.

## Предложения

В связи с невозможностью управления коммерческим промыслом сверхрентабельных объектов (осетровые, крабы) промысел – осуществлять в виде государственной монополии при сохранении ОДУ. В отношении осетровых де-факто это уже реализовано. Что касается промышленного лова крабов в Дальневосточном бассейне, то время выйти с данным предложением еще есть до 2018 г., когда будут закрепляться квоты за рыбохозяйственными предприятиями на следующий 15-летний период. На ДВ существует и краболовный флот в количестве до 100 ед., который уже конфискован в пользу государства и передан либо в аренду тем же криминальным браконьерам, либо стоит в портах, а государство несет огромные финансовые потери для его содержания, на базе которого вполне возможно создание госпредприятия для освоения ОДУ крабов.

Для учета выбросов на всех видах судового промысла необходимо создание эффективной и независимой системы наблюдателей, которые будут осуществлять сбор всей информации, касающейся экологического фона промысла, от выбросов некондиционного сырья до влияния на охраняемые виды. Эта информация крайне необходима для качественного прогнозирования ОДУ, реальных оценок ОВОС и значительно облегчит процессы MSC сертификации отечественных промыслов. Данную работу несложно возобновить, исключив из закона о рыболовстве запрет на переработку рыбы, пойманной в научных целях в рамках «контрольного лова».

Выбросы рыбного сырья возникают по ряду причин [4, 5]:

– в результате переработки основного объекта промысла. В среднем из 1,5 т сырца рыбы, поднятой на борт судна, получается не более 1 т мороженой продукции – это в основном рыба, мороженая без головы и внутренностей. Отходы переработки измельчают и отправляют за борт.

– прилова молоди основного объекта промысла, от которых рыбаки стараются избавиться немедленно, т. к. это рыба мелкая и стоимость ее низкая, а квота фиксирована;

– прилова других видов рыб, на которые установлены квоты, но на которые нет разрешения у конкретного судна;

– приловы низкоценных неквотируемых видов рыб.

По самым скромным оценкам отечественные рыбаки по данным причинам отправляют за борт не менее 1 млн т рыбного сырья. Данная ситуация в настоящее время сложилась в связи с учетом вылова сырца исходя из количества продукции, произведенной на судне в течение суток. Для изменения ситуации необходимо:

– ввести автоматический контроль улова непосредственно после его подъема на борт судна и его фиксацию автономными системами. Несколько подобных систем уже разработаны;

– законодательно запретить любые выбросы сырья на промысле, как это сделано в Норвегии, а в последнее время и в Евросоюзе;

– обязать все суда, имеющие переработку на борту, оснастить установками по производству рыбной муки, особенно это актуально в связи с реализуемой в настоящее время широкомащтабной программой обновления рыбопромыслового флота.

Не менее важно и то, что в настоящее время реализуются программы по масштабному увеличению производства рыбы в аквакультуре, а для этого необходимо производство комбикормов, одной из важнейших составляющих которых является рыбная мука.

## Литература

1. Буслов А.В., Бонк А.А., Варкетин А.П., Золотов А.О. Определение недоучета вылова минтая и сельди: методические подходы и результаты // Методические аспекты и исследования рыб морей Дальнего Востока: Тр. ВНИРО. – М.: ВНИРО, 2006. – Т. 146. – С. 322–328.

2. Коростелев С.Г., Василец П.М. Изменения в составе донных ихтиоценов на шельфе Авачинского, Кроноцкого и Камчатского заливов под влиянием промыслового пресса // Рациональное природопользование и управление морскими биоресурсами: экосистемный подход: Тез. докл. междунар. конф. – Владивосток: ТИПРО-центр, 2003. – С. 30–31.

3. Korostelev S.G., Vasilets P.M. Composition changes in the bottom biocenoses at the shelf of Kamchatka under the influence of fisheries // North Pacific Marine Science Organization Twelfth Annual Meeting. Program abstracts. – Seoul, Republic of Korea, 2003. – P. 45.

4. Голенкевич А.В. Классификация выбросов на промысле водных биологических ресурсов // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 2 – С. 54–56.

5. Голенкевич А.В., Майсс А.А. Анализ причин выбросов на промысле водных биологических ресурсов // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 36–39.

УДК 551.35(285.2:470.26)

**Е.В. Кривоускова, А.В. Соколов**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: katekrivopuskova@gmail.com*

### **ОЦЕНКА УДЕРЖАНИЯ БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ВОДОСБОРНЫМ БАССЕЙНОМ ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО (В ПРЕДЕЛАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

С увеличением в последние годы туристической привлекательности Калининградской области появляется необходимость оценки возможной антропогенной нагрузки на прибрежные территории водных объектов, в особенности такого крупного и уникального для нашего региона, как Виштынецкое озеро. В рамках исследования проводилась предварительная оценка объемов поступления общего фосфора и общего азота с водосборной площади Виштынецкого озера (в пределах Калининградской области), а также оценка доли этих биогенов удерживаемой экосистемами водосборного бассейна озера. Проведенные исследования позволили на территории водосборного бассейна озера выделить три крупных суббассейна, отличающихся уровнями антропогенной нагрузки, степенью биогенной нагрузки и возможностью удержания части поступающих в озеро биогенных веществ на своей территории. Полученные данные показали, что российская часть водосборного бассейна озера имеет наиболее низкий уровень антропогенной нагрузки и высокий потенциал удержания биогенных веществ, по сравнению с другими частями водосбора, что согласуется с общим экологическим состоянием данного района.

**Ключевые слова:** водосборный бассейн, удержание, антропогенная нагрузка, озеро Виштынецкое, общий азот, общий фосфор.

**E.V. Krivopuskova, A.V. Sokolov**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: katekrivopuskova@gmail.com*

### **EVALUATION OF NUTRIENT RETENTION BY THE CATCHMENT BASIN OF LAKE VISHTYNETSKOE (WITHIN THE KALININGRAD REGION)**

Due to increasing tourist attractiveness in the Kaliningrad region in recent years there is a need to assess possible anthropogenic load on the coastal areas of water bodies, especially such large and unique for our region as Lake Vishtynetskie. In the study a preliminary assessment of the volume of total phosphorus and total nitrogen entering from the catchment area of Lake Vishtynetskie (within the Kaliningrad Region), as well as an estimate of the proportion of nutrients retained by ecosystems of catchment basin of the lake were carried out. The research allowed dividing the territory of the catchment basin of the lake into three major sub-basins. They differ in levels of anthropogenic stress and nutrient load as well as an ability to hold the part of the volume of nutrients coming into the lake in the territory. The data showed that the Russian part of the catchment basin of the lake has the lowest level of anthropogenic load and high retention capacity for nutrients compared to other parts of the watershed which is consistent with the overall ecological condition of this area.

**Key words:** catchment basis, retention, anthropogenic load, the lake Vishtynetskie, total nitrogen, total phosphorus.

### **Введение**

В последние десятилетие увеличивающиеся процессы антропогенной трансформации ландшафтов поставили особенно остро вопрос о сохранении естественных экосистем. В особенности это касается сохранения водных экосистем как наименее устойчивых к «внешнему» антропогенному воздействию.

Увеличивающиеся процессы урбанизации прибрежных зон водных объектов привели к росту объемов поступления органических и биогенных веществ, что приводит к изменениям гидрологического и гидрохимического режимов экосистемы, к повышению ее трофического статуса.

«Приемный водоем» собирает в себя стоки, поступающие с различных подстилающих поверхностей на всем протяжении водосборной площади, которые в свою очередь поступают на водосбор от различных источников, в т. ч. и естественных. Процессы урбанизации на водосборной площади приводят к увеличению не только количества источников антропогенной нагрузки, но и к увеличению объемов поступления загрязняющих веществ, независимо от уровня используемых природоохранных технологий.

Важным аспектом оценки влияния хозяйственной деятельности человека на пресноводные экосистемы является расчет удержания биогенных веществ водосборным бассейном водного объекта [1, 2]. Данный показатель важен при разработке планов управления прибрежными зонами водоемов и водосборной площади в целом, а также оценки экологического состояния самого водного объекта и прилегающих территорий. Оценка удержания биогенных веществ водосборным бассейном позволяет определить объемы общего азота и общего фосфора, задерживающиеся на водосборной площади, из общего объема поступающих в водоем биогенных веществ.

Озеро Виштынецкое благодаря своим морфометрическим и гидрологическим характеристикам является для Калининградской области уникальным водоемом [3]. Еще одной отличительной особенностью этого водоема, что в то же время выступает и проблемой для исследователей, является его особый законодательный статус.

Озеро Виштынецкое является трансграничным водоемом после вступления в силу Федерального закона от 09.06.2003 № 72 «О ратификации договора между Российской Федерацией и Литовской Республикой о Российско-Литовской государственной границе». Согласно договору водоем разделен государственной границей на две части: российскую (80,7%) и литовскую (19,3%). Водосборный бассейн озера Виштынецкого в результате особенного геополитического расположения Калининградской области располагается на территории трех государств (Российской Федерации, Республики Польша и Литовской республики) [3].

Особенное геополитическое положение, уникальные для Калининградской области морфометрические и гидрологические показатели, а также уникальная фауна и флора делает это место привлекательным с точки зрения развития крупной рекреационной зоны, что в свою очередь может привести к повышению трофического статуса озера и деградации уникальных для нашего региона популяций пресноводных представителей арктического фаунистического комплекса: европейской ряпушки и сига.

Оценка возможного удержания биогенных веществ водосборной площадью озера Виштынецкого позволит определить рамки возможной трансформации природного ландшафта (изменение соотношений естественных и урбанизированных территорий), определить рекреационный потенциал водосбора, а также может использоваться в разработке комплексных планов развития данной территории с учетом ее геополитических особенностей.

### Материал и методика

Материалом для исследования послужили данные, полученные с использованием программного обеспечения ArcGIS, позволяющего использовать географическую информацию для проведения полного анализа состояния водосборного бассейна оз. Виштынецкого с учетом исторических изменений особенностей хозяйственной деятельности человека, а также получить необходимые для расчетов удержания параметры (площадь сельскохозяйственных угодий, площадь городов, данные о распределении природных территорий).

Для оценки удержания использовалась математическая модель, предложенная в работах С.А. Кондратьева, которая разрабатывалась в соответствии с рекомендациями и материалами ХЕЛКОМ [2].

Расчет удержания производился по формуле [4–6]:

$$L_{ret} = R_r * L_{tot}, \quad (1)$$

где  $R_r$  – безразмерный коэффициент удержания,  $L_{tot}$  – биогенная нагрузка на водосбор (т/год).

Биогенная нагрузка на водосбор ( $L_{tot}$ ) представляет собой суммарную нагрузку от всех возможных источников поступления биогенных соединений, расположенных на водосборной площади, и включает нагрузку, сформированную точечными источниками, поступление биогенных

веществ с различных типов подстилающей поверхности, нагрузку от сельского хозяйства и массообмен с атмосферным воздухом, и рассчитывалась согласно модели биогенной нагрузки ILLM (Institute of Limnology Load Model) [6], которая предназначена для расчета внешней нагрузки общим азотом и общим фосфором на водные объекты со стороны водосбора и апробирована на водных объектах Калининградской и Ленинградской областей [2].

### Результаты

Рассчитанная с помощью программы ArcGIS площадь водосборного бассейна оз. Виштынецкого составляет 281,9 км<sup>2</sup> (рис. 1). Данная территория располагается в пределах Сувалкской возвышенности, на ее северо-западной части и отличается относительно высокими перепадами высот по сравнению с остальной частью Калининградской области.



Рис. 1. Водосборный бассейн озера Виштынецкого

В результате особого географического положения водосборный бассейн располагается на территории трех государств: Российской Федерации, Республики Польша и Литовской республики. Эта особенность в совокупности с социально-экономическими и экологическими данными позволяет выделить в пределах водосборной площади озера три суббассейна (рис. 2), различающиеся как по уровню трансформации естественного ландшафта, формирующего естественную нагрузку на водоем, так и по степени урбанизации, которая в свою очередь определяет качественные и количественные показатели источников прямой и косвенной антропогенной нагрузки. Границы выделенных областей в пределах водосборного бассейна совпадают с государственными границами.

Первая выделенная область водосборного бассейна – первый суббассейн – располагается в пределах территории Российской Федерации. Он занимает около одной четверти от всей водосборной площади (22,7%).

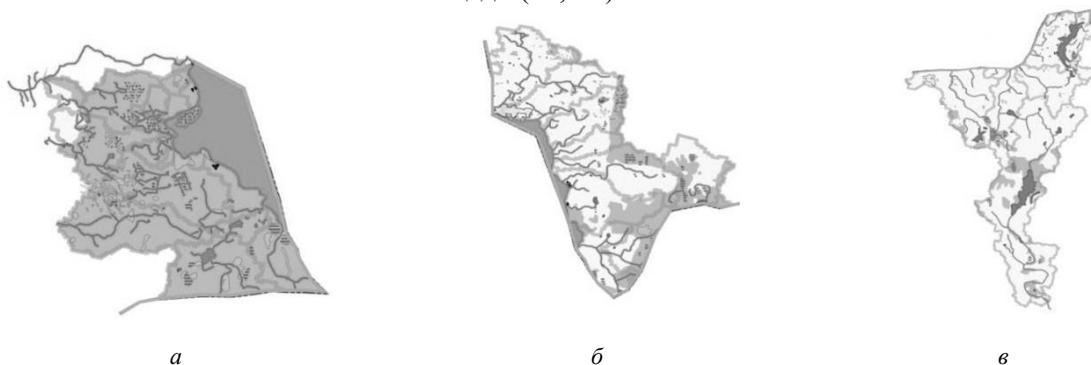


Рис. 2. Суббассейны, выделенные в границах общей водосборной площади озера Виштынецкого  
а – первый суббассейн (российская территория); б – второй суббассейн (литовская территория);  
в – третий суббассейн (польская территория)

Согласно исследованиям Н.С. Белова [3] эту территорию можно охарактеризовать как территорию со слабой степенью остроты геоэкологической ситуации, для которой характерна высокая лесистость (97%), хорошо развитая гидрографическая сеть, средняя степень заболоченности территории (10%). Степень сельскохозяйственной освоенности можно оценить как низкую (распаханность 0,5–1%), в основном это подсобные хозяйства на территории трех сельских поселений. В границах первого суббассейна отсутствуют населенные пункты и промышленные предприятия. В последние пять лет в прибрежной части активно развивается рекреационная зона. В общей сложности на побережье функционируют пять баз отдыха, способные одновременно разместить до 300 человек, и один детский оздоровительный лагерь с возможностью принятия до 200 человек за смену.

Второй суббассейн располагается в границах литовской части водосбора. Данный суббассейн занимает вторую четверть водосборной площади (25,3%). Эту территорию можно охарактеризо-

вать как холмистую область с относительно низкой степенью лесистости (10–15%), низкой степенью заболоченности, в основном заболоченные участки приурочены к лесным массивам. В прибрежной зоне располагаются две крупные базы отдыха и населенный пункт Виштынец. Третий суббассейн совпадает с границами водосборного бассейна оз. Виштынецкого на территории Республики Польша. Польский суббассейн занимает почти 52% от всей водосборной площади озера. Это наиболее высоко урбанизированная территория по сравнению с предыдущими двумя суббассейнами (плотность населения 30 чел./км<sup>2</sup>, присутствует хорошо развитая дорожная сеть). Лесистость этого района не превышает (5–7%), при этом леса представлены не крупными массивами, а разряженными посадками.

Сельскохозяйственная освоенность территории высокая. Более 70% территории занимают сельскохозяйственные поля, животноводческие комплексы и агрофермы. К основным выращиваемым сельскохозяйственным культурам в данном суббассейне относят: картофель, злаковые, рапс, кукуруза. В животноводстве до 90% занимают крупный рогатый скот.

Сельскохозяйственная освоенность территории высокая. Более 70% территории занимают сельскохозяйственные поля, животноводческие комплексы и агрофермы. К основным выращиваемым сельскохозяйственным культурам в данном суббассейне относят: картофель, злаковые, рапс, кукуруза. В животноводстве до 90% занимают крупный рогатый скот.

Проведенный анализ данных показал, что ежегодно с территории водосбора оз. Виштынецкого поступает до 4,5 тыс. т общего азота и до 1,8 тыс. т общего фосфора, из них в пределах водосбора удерживается 2,6 тыс. т азота и лишь 310 т общего фосфора.

В общий объем биогенного стока первый суббассейн привносит лишь около 7 т общего азота и 0,25 т общего фосфора (рис. 3). Анализ составляющей биогенной нагрузки на исследуемый район, показал наличие в ней большого процента естественной составляющей (до 70%), что связано с преобладанием на данной территории естественного ландшафта.

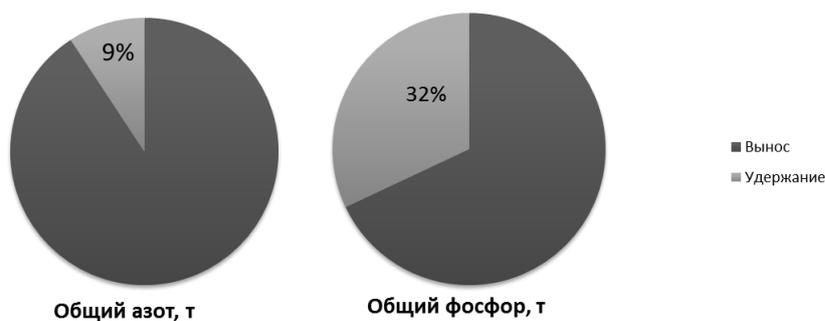


Рис. 3. Биогенная нагрузка на первый суббассейн озера Виштынецкого

Из-за низкого уровня развития сельского хозяйства на данной территории полностью отсутствует поступление биогенов от этого вида деятельности. Основной источник поступления общего азота и общего фосфора – это рекреационная деятельность. На нее приходится до 90% всего стока.

Биогенная нагрузка с российской части водосбора не превышает 1% от общей биогенной нагрузки. В то же время водосборный бассейн удерживает до 60% всех соединений фосфора и азота, что говорит о высокой устойчивости данной территории к антропогенной нагрузке.

Низкая степень антропогенной нагрузки на естественные ландшафты обеспечивает высокую степень удержания биогенных элементов, в особенности общего фосфора (32%).

### Выводы

Проанализировав полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

- общая фосфорная нагрузка с учетом удержания составляет примерно 1,4 тыс. т общего фосфора в год, при расчетной критической нагрузке 6,2 тыс. т (данные в печати);
- с территории российской части бассейна озера Виштынецкого поступает до 15% общего азота и менее 1% общего фосфора, что свидетельствует о низкой антропогенной нагрузке;
- суббассейн, располагающийся на территории Российской Федерации, отличается наиболее низкой степенью биогенной нагрузки, наибольший уровень биогенной нагрузки отмечается в целом для третьего суббассейна.

Полученные данные свидетельствуют о наличии высокого потенциала у российской части водосборной площади оз. Виштынецкого к аккумуляции и трансформации биогенных веществ без увеличения темпов эвтрофикации «приемного» водоема. Проведенная оценка уровня биогенной нагрузки свидетельствует об отсутствии необходимости лимитирования развития

рекреационной зоны в границах первого суббассейна. Однако при разработке планов развития этой территории, учитывая уникальность оз. Виштынецкого (единственный олиготрофный водоем на территории Калининградской области) и уязвимость его экосистемы, необходимо установить жесткий контроль за всеми точечными источниками поступления биогенных веществ в озеро и проводить ежегодный мониторинг состояния экосистемы для исключения значительного превышения объемов биогенной нагрузки над способностью водосбора к удержанию ее части и увеличению темпов эвтрофикации.

### Литература

1. *Россолимо Л.Л.* Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора / Л.Л. Россолимо; АН СССР, Ин-т географии. – М.: Наука, 1977. – 144 с.
2. *Кондратьев С.А.* Формирование внешней нагрузки на водоемы: проблемы моделирования. – СПб.: Наука, 2007. – 253 с.
3. Озеро Виштынецкое / Отв. ред. Тылик К.В., Шибяев С.В. – Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина И.В.», 2008. – 144 с.
4. *Behrendt H., Opitz D.* Retention of nutrients in river systems: dependence on specific runoff and hydraulic load // *Hydrobiologia*. – 1999. – 410. – P. 111–122.
5. *Behrendt H., Dannowski R.* Nutrients and heavy metals in the Odra River system. – Weissensee Verlag Publ., Germany, 2007. – 337 p.
6. *Кондратьев С.А., Казмина М.В., Шмакова М.В., Маркова Е.Г.* Метод расчета биогенной нагрузки на водные объекты // *Региональная экология*. – 2011. – № 3–4. – С.50–59.
7. *Белов Н.С.* Оценка геоэкологической ситуации в речных бассейнах Калининградской области с применением геоинформационных технологий: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Калининград, 2011. – 23 с.
8. *Кривошусова Е.В., Соколов А.В.* Источники антропогенной нагрузки на озеро Виштынецкое в пределах его водосборного бассейна // IV Балтийский форум. Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология». – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2016. – С. 43–46.

УДК 546.42+546.36

**Р.А. Ляндзберг**

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

### **КАКОЙ РАДИОИЗОТОП ОПАСНЕЕ: СТРОНЦИЙ-90 ИЛИ ЦЕЗИЙ-137?**

В статье рассмотрены основные характеристики двух наиболее распространенных изотопов, образующихся при делении ядерного горючего – стронция-90 и цезия-137, показано, в чем они схожи между собой, а в чем принципиально различаются. Рассмотрена их подвижность в экологических цепях природной среды и их влияние на человеческий организм, произведено сравнение опасности их воздействия на природную среду.

**Ключевые слова:** период полураспада, бета-распад, метаболизм изотопов, внешнее и внутреннее облучение, период полувыведения изотопов из организма, предельно допустимые уровни содержания изотопов в продуктах питания, пищевые цепочки изотопов.

**R.A. Lyandzberg**

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

### **WHAT RADIOISOTOPE IS MORE DANGEROUS: STRONTIUM-90 OR CAESIUM -137?**

The article deals with characteristics of two most widespread isotopes which are formed by fission of nuclear fuel – strontium-90 and caesium-137. Their similarities and fundamental differences are shown. Their mobility in ecological chains and their influence on a human body are considered, comparison of danger of their impact on the environment is made.

**Key words:** half-life period, beta decay, metabolism of isotopes, external and internal radiation, biological half-life, maximum permissible levels of isotope content in food, food chains of isotopes.

Считается, что из всех продуктов деления ядерного горючего в ЯЭУ (ядерных энергетических установках) наибольшую опасность для окружающей среды и здоровья людей представляют радиоизотопы стронций-90 и цезий-137. Это вызвано тем, что, во-первых, оба этих изотопа находятся на двух пиках зависимости, характеризующей процент выхода продуктов деления от массового числа образовавшихся ядер, и во-вторых, тем, что оба этих изотопа имеют сравнительно большой период полураспада (порядка 30 лет), т. е. их убыль естественным путем протекает медленно.

Если в первый момент после деления ядерного горючего – урана-235 на долю этих изотопов приходится почти половина суммарной активности осколков деления, то после прекращения на планете наземных ядерных взрывов в 1962 г. их количество в природной среде уменьшилось примерно в 3,5 раза, что, учитывая их высокие начальные концентрации, не позволяет считать безопасными их оставшиеся части.

В настоящее время, поскольку ядерные взрывы в открытой среде запрещены (нарушает этот запрет только КНДР, но мощь ее ядерных зарядов невелика), основным источником попадания изотопов стронция-90 и цезия-137 в природную среду являются выбросы с атомных энергетических станций. При нормальной работе АЭС эти выбросы ничтожно малы, однако в аварийных ситуациях они могут достигать огромных значений. Так, при Чернобыльской катастрофе в 1986 г. суммарный выброс радионуклидов составил величину порядка 10 миллионов кюри, что

привело к загрязнению территории в областях России, Украины и Белоруссии общей площадью более 20000 квадратных километров [1]. Так как вклад изотопов стронция-90 и цезия-137 в общую величину загрязнения вследствие их медленного распада остается весьма значительным, эти земли до сих пор считаются опасными для постоянного проживания людей.

Поскольку по количеству образующихся радионуклидов и по скорости распада между стронцием-90 и цезием-137 разницы практически нет, значит степень их опасности для живых организмов будет определяться следующими их важнейшими характеристиками: типом и цепочкой их распада, а главное – метаболизмом в окружающей среде и при попадании внутрь человеческого организма.

Стронций-90 распадается путем бета-распада с испусканием электронов сравнительно небольшой энергии, но образующийся его дочерний изотоп иттрий-90 при распаде испускает жесткие бета-частицы с энергией 2,3 Мэв. Ионизирующая способность таких частиц довольно велика, а их пробег в мягких тканях составляет 10–12 см, что делает их весьма опасными, особенно при внутреннем облучении.

Цезий-137 при бета-распаде с невысокой энергией превращается в барий-137, который, переходя в основное состояние, испускает сравнительно мягкие гамма-кванты с энергией 0,66 Кэв. Проникающая способность у них выше, чем у бета-частиц, но их невысокая энергия значительно снижает их ионизирующее действие.

Таким образом, с точки зрения радиационной опасности для окружающей среды и живых организмов, определяемой типом радиоактивного распада, стронций-90 безусловно превосходит цезий-137. Однако еще более важным фактором в этом вопросе являются процессы метаболизма данных радионуклидов в окружающей среде и внутри живых организмов.

Стронций-90, являясь химическим аналогом кальция, обладает высокой подвижностью в экологических цепочках природной среды. Выпадая на поверхность земли с осадками, стронций-90 повторяет за кальцием все цепочки переходов. Его пищевые цепочки выглядят следующим образом:

атмосфера – почва – растения – жвачные животные – человек;

атмосфера – водоемы – питьевая вода – человек;

атмосфера – водоемы – гидробионты – рыба – человек.

В итоге стронций-90 попадает во все основные пищевые продукты – хлебопродукты, молоко, мясо животных, рыбу, фрукты и овощи, причем по мере продвижения по цепочке концентрация стронция-90 многократно возрастает, например, в костях рыб она в десятки тысяч раз больше, чем в воде водоемов, где они обитают.

Растворимые формы соединений стронция хорошо всасываются в желудочно-кишечном тракте и, следуя за кальцием, накапливаются в костях (костном мозге). Красный костный мозг – основная кроветворная ткань нашего организма особенно чувствительна к радиоактивному облучению, что приводит к таким трудноизлечимым болезням, как лучевые остеосаркомы и лейкозы крови. К сожалению, действенных способов выведения стронция-90 из организма до сих пор нет, а эффективный период полувыведения, основанный на естественных процессах, составляет для этого радионуклида 15 лет [2].

Цезий-137, будучи аналогом калия, активно участвует во всех обменных процессах и, попадая внутрь организма, быстро проникает в кровь и затем через лимфатическую систему равномерно распределяется по внутренним органам и мягким тканям. Примерно 80% цезия-137 находится в мышцах и не более 7% в скелете, выводится он из организма через почки и кишечник. Биологический период полувыведения цезия-137 из организма в среднем принято считать равным 70 суткам [3].

Основываясь на приведенных фактах, можно предложить методы защиты от вредного воздействия данных радионуклидов. Прежде всего, следует избегать попадания этих изотопов в человеческий организм, контролируя их содержание в продуктах питания и питьевой воде. Образование воздушных аэрозолей для них маловероятно, поскольку оба изотопа ионодисперсны и не склонны к коллоидообразованию [4]. Поэтому необходим эффективный санитарно-радиобиологический контроль с использованием соответствующих методик и приборов.

В случаях попадания стронция-90 и цезия-137 внутрь организма меры защиты сводятся к стимуляции процессов их выведения, которые основаны на их химических свойствах. Так, для выведения стронция-90 следует принимать внутрь продукты с повышенным содержанием каль-

ция, способного замещать стронций в костных тканях. К ним относятся специальные препараты кальция с поливитаминами, молоко и молочные продукты, куриные яйца и особенно яичная скорлупа (необходимо только убедиться, что она сама в свою очередь не содержит повышенные концентрации стронция-90).

Для выведения цезия-137 используют продукты с повышенным содержанием калия (горох, фасоль, бобовые, сухофрукты, особенно курага и изюм), минеральные воды и мочегонные средства, т. е. все то, что интенсифицирует обменные процессы в организме [5].

В заключение следует привести принятые в России допустимые уровни содержания изотопов стронция-90 и цезия-137 в продуктах питания и питьевой воде (СанПиН 2.3.2.1078-01). Уровни изотопов указаны в Бк/кг и Бк/л (Бк – это один радиоактивный распад в секунду). В числителе приводятся цифры для стронция-90, в знаменателе для цезия-137:

Зерно, крупы – 40/70, хлеб и хлебопродукты – 20/40, картофель и овощи – 40/120, фрукты – 30/50, мясо и мясные продукты – 50/160, рыба и рыбопродукты – 100/150, молоко – 25/100, питьевая вода – 2/5.

Как видно, допустимые уровни для стронция-90, как правило, в 2–4 раза ниже, чем для цезия-137. Это убедительно подтверждает изложенные выше данные, свидетельствующие о том, что из двух основных радионуклидов, загрязняющих природную среду, стронций-90 для здоровья живых организмов представляет значительно большую опасность, чем цезий-137.

### Литература

1. Цыб А.Ф., Иванов В.К. Медицинские радиологические последствия Чернобыля для населения России. – М.: Медицина, 2002. – 392 с.
2. Бударников В.А. Радиобиологический справочник. – Минск: Урожай, 1992. – 336 с.
3. Василенко И.Я. Радиоактивный цезий-137 // Природа. – 1999. – № 3. – С. 70–76.
4. Ляндзберг Р.А. Ингибиторы сорбции в атомной технике. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – 127 с.
5. Василенко И.Я. Цезий-137 в продуктах питания // Вопросы питания. – 1988. – № 4. – С. 4–11.

УДК 595.44 (571.66)

**Е.М. Ненашева**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: siuakoatl@gmail.com*

**ИЗУЧЕНИЕ ФАУНЫ ПАУКОВ (ARACHNIDA: ARANEI) ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ  
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАМЧАТКИ КАК ЭТАП ПОНИМАНИЯ  
СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ  
ЭТАЛОННЫХ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ РЕГИОНА**

В работе дается краткий обзор изученности фауны пауков (Arachnida: Aranei) на особо охраняемых природных территориях, приводятся предпосылки научной значимости такого изучения; обрисовываются перспективы дальнейшей работы в данном направлении фаунистических исследований на ООПТ Камчатки.

**Ключевые слова:** фауна пауков, неарктические виды, ООПТ, Камчатка.

**Е.М. Nenasheva**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: siuakoatl@gmail.com*

**STUDYING THE FAUNA OF SPIDER (ARACHNIDA: ARANEI) OF THE SPECIAL  
PROTECTED NATURE AREAS IN KAMCHATKA AS A STAGE  
OF UNDERSTANDING OF THE CURRENT STATUS OF BIOLOGICAL DIVERSITY  
OF THE MODEL NATURE COMPLEXES IN THE REGION**

A brief overview of researching the spider (Arachnida: Aranei) fauna in the special protected nature areas is given; scientific background of this research is suggested; prospects for the further work in the direction of faunistic studies in special protected areas of Kamchatka are outlined.

**Key words:** spider fauna, Nearctic species, special protected nature areas, Kamchatka.

**Введение**

Отряд пауков (Aranei) принадлежит к классу паукообразных (Arachnida) подтипа хелицеро-вых (Chelicerata) типа членистоногих (Arthropoda). К настоящему времени, согласно последним фаунистическим сводкам, в мировой фауне в целом насчитывается свыше 46000 видов пауков. По числу видов среди наземных беспозвоночных они уступают только родственному отряду клещей (Acari) и пяти крупнейшим отрядам насекомых: жукам (Coleoptera), бабочкам (Lepidoptera), клопам (Heteroptera), двукрылым (Diptera) и перепончатокрылым (Hymenoptera).

Большое значение имеют исследования фауны пауков на ООПТ как эталонных образцах различных ландшафтов и биотопов. К пониманию важности такой работы арахнологи пришли еще в середине XX в. В табл. 1 приведены основные обобщенные данные об исследованиях локальных аранеофаун ООПТ, проводимых с начала 1950-х годов в разных регионах планеты, выявленные нами на основании литературных источников [1; 5–26].

Пионерные мировые исследования аранеофаун на различных ООПТ мира

Год	Исследователи	Страна	ООПТ
1951	Н. С. Ажеганова	СССР	Лесо-степной заповедник Троицкий
1955	L. R. Lewi, H. W. Lewi	США	Waterton and Glacier National Parks
1955	D. C. Lowrie, W. J. Gertsch	США	Grand Teton Park
1976	А. С. Уточкин, Н. М. Пахоруков	СССР	Печеро-Ильчский заповедник
1980	К. Густафссон, А. Хольм	Швеция	Forest-Middus National Park
1981	Loksa, I.	Югославия	Hortobagy National Park
1981	Т. И. Олигер	СССР	Лазовский государственный заповедник
1985	В. Я. Фет	СССР	Хасардагский заповедник
1992	В. Е. Гурьянова	СССР	Заповедник «Аскания-Нова»
1992	Д. В. Логунов	СССР	Большехецирский заповедник
1995	Д. В. Логунов, Ю. М. Марусик	Россия	Сохондинский государственный заповедник
1997	J. Kupryjanowicz	Польша	Biebrza National Park
2000	Y. J. Zhang, Z. C. Pan, L. J. Tong, S. H. Zhu	Китай	Ningbo Tiantong Forest Park
2003	В. Н. Patel	Индия	Parambikulam Wildlife Sanctuary
2004	А. В. Танасевич, Л. А. Триликаускас	Россия	Буреинский заповедник
2004	C. A. Rheims, A. D. Brescovit	Малайзия	Kimabalu National Park
2004	А. В. Пономарев, А. С. Цветков	Россия	Государственный заповедник «Ростовский»
2006	A. Calixto, H. W. Lewi	США	Tinigua National Park, Colombia
2007	Н. М. Ковблюк	Украина	Карадагский природный заповедник
2008	С. Л. Есюнин, Д. К. Казанцев	Россия	Печеро-Ильчский заповедник
2009	C. Hervé, C. Rollard	Франция	Parc national du Mercantour
2010	S. Sen, S. Saha, D. Rauchaudhuri	Индия	Bandhavgarh National Park
2014	Е. М. Ненашева, В. В. Зыков	Россия	Природный парк «Вулканы Камчатки»
2016	А. А. Нехаева	Россия	Кольский заповедник

На Камчатке (как видно из приведенной выше таблицы) целенаправленные исследования фауны пауков (Arachnida: Araneae) не проводились вплоть до начала нынешнего века. С 2012 г. до настоящего времени такие исследования проводятся автором на территории ООПТ регионального значения «Природный парк «Вулканы Камчатки»», входящего в список Всемирного природного наследия ЮНЕСКО.

### Материалы и методы

За период 2012–2016 гг. в ходе полевых и последующих камеральных исследований нами было выявлено порядка 300 видов пауков, относящихся к 148 семействам и 17 родам (Agelenidae, Araneidae, Cheiracanthiidae, Clubionidae, Dictynidae, Gnaphosidae, Hahnidae, Linyphiidae, Liocranidae, Lycosidae, Philodromidae, Pisauridae, Salticidae, Tetragnathidae, Theridiidae, Thomisidae, Zoridae). Видовое соотношение является типичным для северных территорий, где суммарно доминирующими являются пауки семейства Linyphiidae (свыше 50% всей аранеофауны), что отражено на рис. 1.

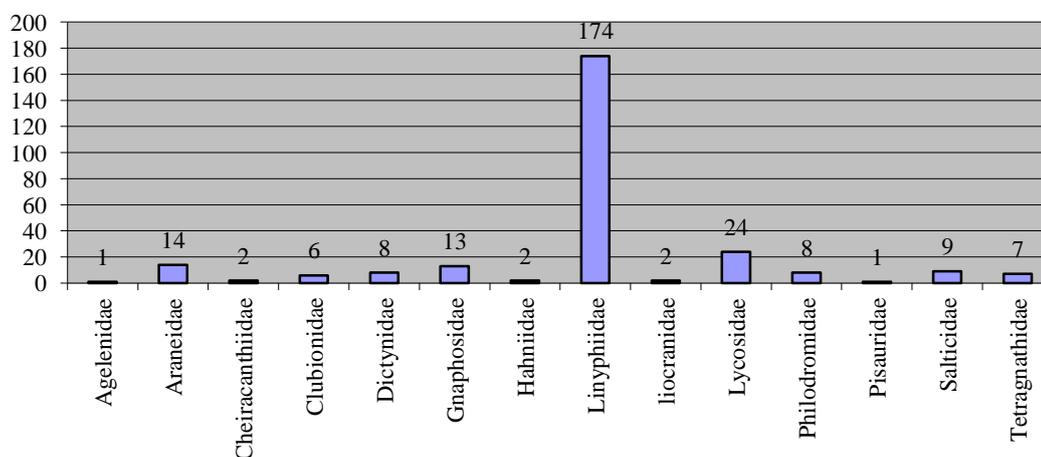


Рис. 1. Соотношение видового состава пауков природного парка «Вулканы Камчатки»

## Результаты и обсуждение

В 2016 г. на территории Налычевского кластера природного парка впервые за 70 лет был найден редкий для фауны России неарктический вид *Arctosa raptor* (Kulczynski, 1885), не встречающийся на территории Палеарктики нигде, кроме Камчатки, который рекомендован нами к включению в новое издание Красной книги Камчатки в статусе редкого вида [2].

По данным проведенной нами предварительной инвентаризации аранеофауны четырех кластерных участков природного парка «Вулканы Камчатки» [3], порядка ¼ всей аранеофауны указанной территории имеет неарктический характер, т. е. более близка к арктической и субарктической фауне пауков Северной Америки, нежели к евразийской. Это подтверждается наличием общих видов, обнаруженных нами в коллекции североамериканских арктических пауков Музея Естественной истории Университета Осло (Норвегия). Таким образом, в арахнологическом отношении мы вполне можем рассматривать Камчатку как территорию, пограничную между палеарктической и неарктической фаунами, что представляет значительный научный интерес в плане реконструкции фауногенеза данной группы животных.

Наиболее перспективными в плане изучения филогенетических связей с фаунами соседних регионов (включая Неарктическую область) на территории природного парка «Вулканы Камчатки» представляются виды пауков, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Перспективные для изучения виды пауков на территории природного парка «Вулканы Камчатки»

Семейство	Вид	Распространение
Clubionidae	<i>Clubiona propinqua</i> L. Koch, 1879	Сибирско-манчжурский
	<i>Clubiona riparia</i> L. Koch, 1866	Восточнопалеарктическо-Неарктический
Dictynidae	<i>Hackmania prominula</i> (Tullgren, 1848)	Транспалеарктическо-северо-западноеарктический аркто-бореальный
Hahniidae	<i>Hahnia glacialis</i> Sorensen, 1989	Восточносибирско-неарктический аркто-бореальный
Linyphiidae	<i>Agyneta allosubtilis</i> Loksa, 1965	Сибирско-неарктический бореальный
	<i>Agyneta mollis</i> (O. Pickard-Cambridge, 1871)	Транспалеарктическо-алаянский аркто-бореальный
	<i>Allomengea dentisetis</i> (Grube, 1861)	Восточнопалеарктическо-транснеарктический бореально-монтанный
	<i>Anguliphantes karpinskii</i> (O. Pickard-Cambridge, 1873)	Сибирско-манчжурский бореально-неморальный
	<i>Bathyphantes pogonias</i> Kulczynski, 1885	Западноберингийский гипоарктомонтанный
	<i>Hilaria caniculata</i> (Emerton, 1915)	Западноберингийский аркто-альп.
	<i>Hilaria gibbosa</i> Tanasevitch, 1982	Сибирско-западноеарктический аркто-бореальный
	<i>Hilaria sibirica</i> Eskov, 1987	Сибирско-алаянский гипоаркт.
	<i>Hybauchenidium gibbosum</i> (Sorensen, 1898)	Восточносибирско-транснеарктический гипоарктобореальный
	<i>Hypomma affins</i> Schenkel, 1930	Западноберингийский арктоальп.
	<i>Hypselistes semiflavus</i> (L. Koch, 1879)	Сибирско-алаянский арктобореально-монтанный
	<i>Lophomma vaccinii</i> (Emerton, 1926)	Сибирско-неарктический бореал.
	<i>Oedontorax tribobatus</i> (Banks, 1896)	Неарктический
	<i>Praestigia kulczynskii</i> Eskov, 1979	Восточнопалеарктическо-неарктический
	<i>Scotinotylus alienus</i> (Kulczynski, 1885)	Сибирско-неарктический аркто-альп.
<i>Semljicola lapponicus</i> (Holm, 1939)	Транспалеарктическо-алаянский гипоарктический	
Lycosidae	<i>Arctosa raptor</i> (Kulczynski, 1885)	Неарктический аркто-альп.
	<i>Pardosa tesquorum</i> (Odenvall, 1901)	Сибирско-неарктический аркто-бор.
	<i>Pirata aff. Canadensis</i> Dondale et Redner, 1989	неарктический
	<i>Pirata praedo</i> Kulczynski, 1885	Сибирско-неарктический бореал.
Philodromidae	<i>Tibellus asiaticus</i> Kulczynski, 1908	Сибирско-неарктический
Salticidae	<i>Sitticus culteri</i> Proczynski, 1980	Сибирско-неарктический бореал.
Tetragnathidae	<i>Zygiella dispar</i> (Kulczynski, 1885)	Западноберингийский бореально-монтанный
Theridiidae	<i>Euryopis argentea</i> Emerton, 1882	Неарктический бореально-монт.
Thomisidae	<i>Xysticus britcheri</i> Gertsch, 1934	Сибирско-неарктический бореал.
	<i>Xysticus emertoni</i> Keyserling, 1880	Сибирско-неарктический бореально-монтанный

Большой научный интерес представляет фауна пауков термальных местообитаний. Учитывая тот факт, что на территории трех кластерных участков природного парка (Налычевском, Южно-Камчатском и Быстринском) имеются выходы термальных вод, это делает их перспективными для изучения термофильных групп пауков. По данным предварительных обследований, сделанных нами на территориях Налычевского и Быстринского кластеров природного парка, в таких местообитаниях встречается 18 видов пауков, относящихся к шести семействам [4]. В основном аранеофауна термальных площадок на указанных территориях представлена бродячими формами пауков, адаптировавшихся к специфическим условиям обитания.

### Выводы

Таким образом, можно заключить, что пауки (Arachnida: Aranei) являются важным компонентом биологического разнообразия особо охраняемых природных территорий. Важность изучения данной группы животных обусловлена, прежде всего, их высокой численностью, высоким видовым разнообразием, а также высоким потенциалом экологических связей со средой обитания, в т. ч. специфическими адаптациями к экстремальным факторам окружающей среды. Все перечисленные характеристики делают их одной из эталонных групп при описании природных территорий, в особенности – ООПТ различных уровней.

Изучение экологических аспектов модельных локальных фаун пауков на территории природного парка «Вулканы Камчатки» может быть очень полезным при определении региональных центров биологического разнообразия в условиях современного ландшафтообразования Камчатки.

*Автор выражает глубокую благодарность куратору энтомологической коллекции Музея Естественной истории Университета Осло (Норвегия) Владимиру Гусарову за предоставленную возможность работы с коллекциями арктических паукообразных.*

### Литература

1. Ковблюк Н.М. Краткий атлас пауков (Arachnida: Aranei) Карадагского природного заповедника / Н.М. Ковблюк, О.В. Кукушкин, В.А. Гнелица, А.А. Надольный. – Симферополь, 2008. – 102 с.
2. Ненашева Е.М. *Arctosa raptor* (Aranei: Lycosidae) – редкий вид пауков в фауне России, рекомендуемый для включения в новое издание Красной книги Камчатки / Е.М. Ненашева, В.В. Зыков // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XVII междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. – С. 299–302.
3. Ненашева Е.М. Обзор фауны и биологии пауков (Arachnida: Araneae) на примере экосистем природного парка «Вулканы Камчатки» / Е.М. Ненашева, В.В. Зыков // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады XIV междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2014. – С. 79–95.
4. Ненашева Е.М. Пауки (Arachnida: Aranei) термальных местообитаний Камчатки: опыт предварительных исследований / Е. М. Ненашева // Актуальные вопросы современной науки. – 2016. – № 4 (12). – С. 28–32.
5. Олигер Т.И. К фауне пауков (Araneae) Лазовского государственного заповедника / Т.И. Олигер // Пауки и насекомые Советского Дальнего Востока. – Владивосток, 1981. – С. 3–10.
6. Пономарев А.В. Общие данные по паукам (Aranei) природного заповедника «Ростовский» / А. В. Пономарев, А. С. Цветков // Труды государственного заповедника «Ростовский». – 2004. – Вып. 3. – С. 84–104.
7. Уточкин А.С. Материалы по фауне пауков заповедника / А.С. Уточкин, Н.М. Пахоруков // Труды Печеро-Ильчского государственного природного заповедника. – 1976. – Вып. 13. – С. 78–88.
8. Azeganova N.S. To the spider fauna of the forest-steppe reserve Trinity / N.S. Azeganova // Proceedings of the Natural Sciences Institute at Molotov State University. – 1951. – Vol. 13. – P. 137–156.
9. Calixto A. Notes on the natural history of *Aspidolasus branicki* (Araneae: Araneidae) at Tinigua National Park, Colombia, with a revision of the genus / A. Calixto, H.W. Lewi // Bulletin of the British Arachnological Society. – 2006. – Vol. 13. – P. 314–320.

10. *Esunin S.L.* To the knowledge of the fauna of spiders (Aranei) of Pechora-Ilych Nature Reserve (Polar Urals), with the description of new species *Agroeca* (Liocranidae) / S.L. Esunin, D.K. Kazantsev // *Arthropoda Selecta*. – 2008. – № 16. – P. 245–250.
11. *Fet V. Ya.* Ecological distribution of spiders in Suite-Hasardag reserve / V.Ya. Fet // *Plant and animal life of the Western Kopetdag*. – Ashabad. – 1985. – P. 271–277.
12. *Gurianova V.E.* New species of spiders from Reserve “Askania Nova” / V.E. Gurianova // *Journal of Zoology*. – 1992. – Vol. 6. – P. 13–18.
13. *Gustafsson K.* Spiders (Araneae) from a north Swedish primeval forest-Middus National Park / K. Gustafsson, A. Holm // *Entomologisk Tidskrift*. – 1980. – Vol. 101. – P. 127–134.
14. *Hervé C.* *Drassodes* species from the Parc national du Mercantour (French Alps), with the description of a new species (Araneae: Gnaphosidae) / C. Hervé, C. Rollard // *Contributions to Natural History*. – 2009. – Vol. 12. – P. 627–642.
15. *Kupryjanowicz J.* Spiders of Biebrza National Park – species new and rare to Poland / J. Kupryjanowicz // *Proceedings of the 16<sup>th</sup> European Colloquium of Arachnology*. – 1997. – P. 183–194.
16. *Lewi L.R.* Spiders and harvestmen from Waterton and Glacier National Parks / L.R. Lewi, H.W. Lewi // *The Canadian Field-Naturalist*. – 1955. – Vol. 69. – P. 32–40.
17. *Logunov D.V.* On the fauna of spiders of Bolshehektkirsky Reserve (Khabarovsk Territory). I. Families Araneidae, Lycosidae, Philodromidae, Tetragnathidae and Thomisidae / D.V. Logunov // *Siberian Journal of Biology*. – 1992. – № 4. – P. 56–68.
18. *Logunov D.V.* Spiders of the family Lycosidae (Aranei) from the Sokhondo Reserve (Chita area, east Siberia) / D.V. Logunov, Y.M. Marusik // *Beiträge zur Araneologie*. – 1995. – Vol. 4. – P. 109–122.
19. *Loksa I.* The spider fauna of the Hortobagy National Park (Araneae) / I. Loksa // *Mahunka, S. (ed.) The fauna of the Hortobagy National Park*. – Vol. 1. – Akademiai Kiado, Budapest, 1981. – P. 321–339.
20. *Lowrie D.C.* A list of the spiders of the Grand Teton Park area, with descriptions of some new North American spiders / D.C. Lowrie, W.J. Gertsch // *American Museum Novitates*. – 1955. – Vol. 1763. – P. 1–29.
21. *Nekhaeva A.A.* On the spider fauna (Arachnida, Araneae) on the Pasvik Nature Reserve (Kola Peninsula, Russia) / A.A. Nekhaeva // *Norwegian Journal of Entomology*. – 2016. – Vol. 63. – P. 58–64.
22. *Patel B.H.* Fauna of protected areas-2: A preliminary list of spiders with descriptions of three new species from Parambikulam Wildlife Sanctuary, Kerala / B.H. Patel // *Zoo's Print Journal*. – 2003. – Vol. 18. – P. 1207–1212.
23. *Rheims C.A.* Description of four new species of Hersiliidae (Arachnida, Araneae) from Kimabalu National Park, Sabah, Borneo, Malaysia / C.A. Rheims, A.D. Brescovit // *Journal of Natural History*. – 2004. – Vol. 38. – P. 2851–2861.
24. *Sen S.* Crab spiders (Araneae: Thomisidae) of Bandhavgarh National Park, with first record of *Stiphropus sangayus* Barrion and Listinger from India / S. Sen, S. Saha, D. Rauchaudhuri // *Current Biotica*. – 2010. – Vol. 4 (3). – P. 278–284.
25. *Tanasevitch A.V.* Annotated Check-list of Linyphiidae spiders of Bureya Reserve and adjacent territories / A.V. Tanasevitch, L.A. Trilikauskas // *Arthropoda Selecta*. – 2004. – № 13. – P. 77–86.
26. *Zhang Y.I.* The spiders of family Thomisidae in Ningbo Tiantong Forest Park / Y.J. Zhang, Z.C. Pan, L.J. Tong, S.H. Zhu // *Journal of Ningbo University, Natural Science Edition*. – 2000. – Vol. 13. – P. 35–38.

УДК [502.51:551.46.09](268.46)

**И.В. Петракова**

*Северный филиал Полярного научно-исследовательского института  
морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича,  
Архангельск, 163000  
e-mail: bazhenova@pinro.ru*

**МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКИХ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
БЕНЗ(А)ПИРЕНОМ В ЗОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЕЛОГО МОРЯ**

В настоящей работе представлены результаты мониторинга загрязнения морских вод и донных отложений Двинского и Онежского заливов Белого моря в период с 2010 по 2014 гг. полициклическими ароматическими углеводородами на примере бенз(а)пирена. Полученная информация дает возможность оценить уровень загрязнения исследуемых районов Белого моря.

**Ключевые слова:** мониторинг, загрязнение, бенз(а)пирен.

**I.V. Petrakova**

*Northern Branch of the Knipovich Polar Research Institute  
of Marine Fisheries and Oceanography, Arkhangelsk, 163000  
e-mail: bazhenova@pinro.ru*

**POLLUTION MONITORING OF MARINE WATERS AND SEDIMENTS WITH  
BENZO(A)-PYREN IN ZONES OF INTENSIVE ECONOMIC ACTIVITY OF THE WHITE SEA**

This paper presents the results of pollution monitoring of marine waters and sediments in the Dvina Bay and the Onega Bay of the White Sea with polycyclic aromatic hydrocarbons on the example of benzo(a)pyren in the period from 2010 to 2014. The information provides an opportunity to assess the level of contamination of the investigated areas of the White Sea.

**Key words:** monitoring, pollution, benzo(a)pyren.

В настоящее время биосфера испытывает постоянно возрастающее антропогенное воздействие. Для того чтобы контролировать негативные процессы, протекающие в окружающей среде в результате такого воздействия, а также препятствовать, насколько это возможно, их развитию, требуется разнообразная и систематическая информация о состоянии биосферы. Значительное внимание при этом уделяется мониторингу различных загрязняющих веществ антропогенного происхождения.

Одной из наиболее важных проблем для Белого моря является загрязнение воды и донных отложений различными поллютантами антропогенного характера, которые, попадая в морскую среду, могут нарушать экологический баланс водной системы и приводить к уменьшению запасов биоресурсов.

Нефть и нефтепродукты относятся к наиболее массовым загрязняющим веществам морей и океанов, без учета которых корректная оценка степени загрязненности акваторий не представляется возможной [1]. В свою очередь полициклические ароматические углеводороды являются наиболее токсичной группой углеводородов и могут способствовать возникновению канцерогенных, тератогенных или мутагенных изменений в организмах. В зависимости от условий воздействия они могут вызывать мутагенез, тератогенез, ингибирование роста, ускорение старения, токсикогенез и нарушение работы иммунологических систем, что приводит как к нарушению индивидуального развития и изменению генофонда, так и к нежелательным отклонениям в био-

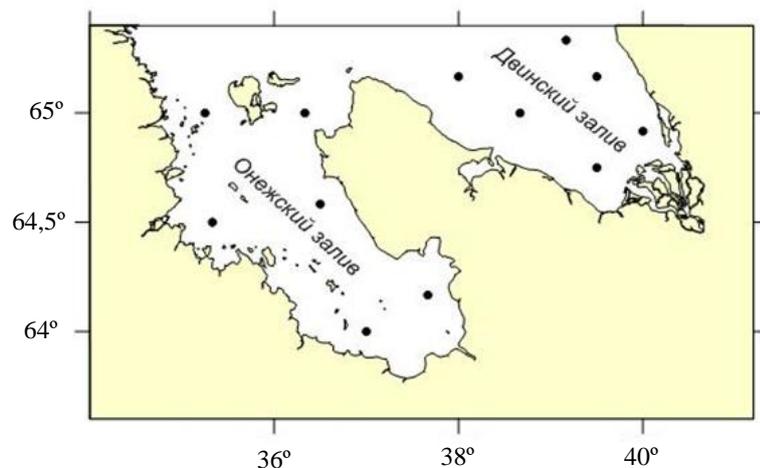
ценозах [2]. Для получения информации о состоянии биосферы необходим систематический контроль за содержанием химических загрязняющих веществ и, в частности, полициклических ароматических углеводородов в различных объектах природной среды.

Значительный интерес представляет канцерогенный бенз(а)пирен. Он является приоритетным токсикантом окружающей среды, обладает наибольшей канцерогенной и мутагенной активностью и поэтому был выбран в качестве индикатора группы полициклических ароматических углеводородов.

В процессе самоочищения морской среды от углеводородов значительная роль принадлежит донным отложениям, которые, адсорбируя углеводороды с одной стороны, ведут к уменьшению их содержания в воде, а с другой – могут служить при определенных условиях источником повторного загрязнения воды. При этом наносы и взвешенные частицы, действуя как «ловушки», играют значительную роль в миграции нефтяных загрязнений.

Углеводороды в результате адсорбции на взвешенных частицах осаждаются на дно, причем не всегда они остаются на поверхности донных отложений. Сложные физические, химические и биологические процессы, происходящие на границе раздела воды и донных отложений или вблизи нее, могут изменять физическое и химическое состояние углеводородов. Кроме того, связанные со взвешенными частицами углеводороды под воздействием гидрометеорологических факторов могут вновь перейти в толщу воды и возвратиться в повторный цикл с последовательными стадиями: высвобождение – окисление – осаждение [3].

Объектами данного исследования явились пробы морских вод, отобранные на сети стандартных мониторинговых станций на открытых морских акваториях Двинского и Онежского заливов Белого моря в весенний и осенний сезоны. Донные отложения отбирались также на сети стандартных мониторинговых станций на открытых морских акваториях только Двинского залива Белого моря. Работы проводились Северным филиалом ПИНРО в период с 2010 по 2014 г. Расположение станций мониторинга загрязнения морских вод и донных отложений представлено на рисунке.



Карта-схема расположения станций мониторинга загрязнения морских вод и донных отложений Двинского и Онежского заливов Белого моря

Выбор расположения станций был сделан при ориентации на более-менее равномерный охват наблюдениями всей акватории исследуемых районов с учетом специфики распределения глубин, зон влияния речного стока, наличия фронтальных разделов и источников техногенного воздействия [4]. Полученная информация дает возможность оценить степень загрязнения морских вод и донных отложений в зонах интенсивной хозяйственной деятельности исследуемых районов Белого моря.

Пробы анализировались по методикам, рассмотренным и одобренным ФГУ «Центр экологического контроля и анализа» Министерства природных ресурсов России.

Для определения массовой концентрации бенз(а)пирена в воде и донных отложениях применяли метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с флуориметрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром» [5,6].

Метод заключается в экстрагировании бенз(а)пирена из проб вод гексаном, из проб донных отложений – хлористым метиленом, далее концентрирование экстракта проб вод и донных

отложений, очистка его методом колоночной хроматографии и определение бенз(а)пирена методом ВЭЖХ с использованием флуориметрического детектора.

Распределение загрязняющих веществ в Белом море происходит, главным образом, со сточными течениями крупных рек. В Двинском заливе река Северная Двина служит наиболее значимым источником загрязняющих веществ, в Онежском заливе эту роль выполняет река Онега. Определенный вклад в загрязнение морской среды также вносят атмосферные осадки.

Значения концентраций бенз(а)пирена в поверхностном и придонном слоях вод на всей акватории Двинского и Онежского заливов Белого находились ниже предела обнаружения используемой методики (менее 0,5 нг/дм<sup>3</sup>) на протяжении всего периода исследования. Предельно допустимая концентрация бенз(а)пирена в природных водах регламентируется ГН 2.1.5.2280-07 и составляет 10 нг/дм<sup>3</sup>.

В России отсутствуют нормативы содержания загрязняющих веществ в морских донных отложениях, поэтому для оценки степени их загрязненности было использовано норвежское руководство по классификации качества окружающей среды в фьордах и прибрежных водах [8].

Наибольший потенциал к накоплению бенз(а)пирена отмечается для иловых отложений, наименьший – для мелкозернистого песка. Илистые же грунты весьма подвержены размыву, и в зоне эрозионного воздействия, распространяющегося до дна, или на участках, где могут возникать сильные течения, значительное загрязнение донных осадков обычно не наблюдается. Количественное содержание бенз(а)пирена в донных отложениях Двинского залива на протяжении почти всего периода исследования было низким (ниже предела обнаружения используемой методики – 0,005 мг/кг сухой массы). Только на двух станциях Двинского залива, находящихся в зоне смешения речных и морских вод, в весенний период 2011 г. концентрация бенз(а)пирена составила 0,005 мг/кг сухой массы, что, по норвежской классификации, ниже фонового уровня (0,006 мг/кг сухой массы) [8].

Мониторинговые экологические исследования позволили выявить, что для Двинского и Онежского заливов Белого моря в целом характерен низкий уровень загрязнения вод и донных отложений бенз(а)пиреном.

Наблюдения, которые проводились Северным филиалом ПИНРО в период с 2010 по 2014 г., дали возможность определить современный уровень загрязнения морских вод по исследуемому показателю.

### Литература

1. Миронов О.Г. Биологические проблемы нефтяного загрязнения морей // Гидробиол. журн. – 2000. – Т. 36 – № 1. – С. 82–96.
2. Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 224 с.
3. Исследование процессов при сбросе отходов в море / Под ред. И.А. Шлыгина. – М.: Гидрометиздат, 1983 – 159 с.
4. Мискевич И.В. Мониторинг состояния экосистем Белого и юго-востока Баренцева морей (2001–2002 гг): итоги исследований и перспективы // Материалы отчетной сессии Северного отделения ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ 2001–2002 гг. – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. – 368 с.
5. Методика ПНД Ф 14.1:2:4.186-02. Методика измерений массовой концентрации бенз(а)пирена в пробах природных, питьевых (в том числе расфасованных в емкости) и сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром». – М., 2010. – 44 с.
6. Методика ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3:3.39-2003. Методика измерений массовой концентрации долибенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, твердых отходов, донных отложений, осадках сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром». – М., 2012. – 25 с.
7. ГН 2.1.5.2280-07. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения 1 к ГН 2.1.5.1315-03. – М., 2007.
8. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder OG kystfarvann / T. Bakke, G. Breedveld, T. Kællgvistetal // SFTVeiledning. – 2007. TA-2229/2007. – 12 p. (in Norwegian).

УДК [639.2:004.9](571.66)

**Н.А. Ступникова, В.В. Шуев**

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

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В КАМЧАТКОМ КРАЕ ДЛЯ ОХРАНЫ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ**

Рассматривается опыт использования в Камчатском крае программы SMART, созданной для мониторинга антибраконьерской рейдовой деятельности. Работы в данной программе в полевых условиях ведут этно-экологический информационный центр «ЛАЧ», региональный общественный фонд «Сохраним лосось вместе», природный парк «Вулканы Камчатки». Результаты использования данной программы выявили ряд недостатков и минусов, для решения которых необходим полный пересмотр всех аспектов охраны рыбных ресурсов в Камчатском крае: от изменения нормативно-правовых актов до решения технологических задач по мониторингу антибраконьерской деятельности.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, программа SMART, мониторинг антибраконьерской деятельности, охрана рыбных ресурсов.

**N.A. Stupnikova, V.V. Shuev**

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

## **EXPERIENCE OF GIS APPLICATION IN KAMCHATKA FOR THE PROTECTION OF FISH RESOURCES**

The experience of using the program SMART in the Kamchatka region is considered. The program is intended for monitoring anti-poaching raid activity. Work in this program in the field are performed by the ethno-ecological Information Center «Lach», the regional public foundation «Save Salmon Together», the natural park «Volcanoes of Kamchatka». The results of using this program identified a number of weaknesses and shortcomings. Addressing them requires a full review of all aspects of the protection of fish resources in the Kamchatka region, from changes in the regulatory legal acts to solving technological problems in monitoring anti-poaching activities.

**Key words:** geographic information systems (GIS), SMART program, monitoring anti-poaching activities, protection of fish resources.

В настоящее время практически ни одна задача природопользования не решается без использования той или иной геоинформационной технологии. Использование геоинформационных систем позволяет оперативно получать информацию по запросу и отображать ее на картооснове, оценивать состояние экосистемы и прогнозировать ее развитие [1].

При решении задач охраны биологических ресурсов необходимо применять комплексный подход, в котором необходимо опираться на систематизацию и накопление данных в соответствии с теми потребностями, которые возникают в ходе решения поставленных задач. Группировка данных в нужном виде, их надлежащее изображение, сопоставление и анализ собранных данных есть лишь та малая часть критериев, которым должна соответствовать программная среда, используемая в дальнейшем в качестве основного инструмента для более эффективного и качественного управления в области охраны биологических ресурсов. Природоохранные мероприятия, а наряду с ними и проблемы, возникающие в ходе их проведения, часто требуют незамедлительных и адекватных действий, эффективность которых напрямую связана с оперативностью обработки и представления информации.

На этапе обработки и анализа собранных данных существенное место занимает техническая оснащенность, включающая подходящие для решения поставленной задачи аппаратные средства и программное обеспечение. В качестве последнего выступает мощная технология географических информационных систем [2].

В настоящее время одной из распространенных сфер применения геоинформационных систем является сбор и управление данными по особо охраняемым природным территориям (ООПТ), таким как заказники, заповедники и национальные парки [3].

Возможности геоинформационных систем, применимые в области ООПТ:

- ввод, накопление, хранение и обработка цифровой картографической информации;
- построение на основе полученных данных тематических карт, отражающих текущее состояние исследуемой территории;
- исследование динамики изменения экологической обстановки в пространстве и времени, построение графиков, таблиц, диаграмм;
- моделирование и прогнозирование развития экологической ситуации в различных средах, и исследование зависимости состояния экосистемы от антропогенных и абиотических и биотических факторов;
- получение комплексных оценок состояния объектов, находящихся в зоне внимания особо охраняемых природных территорий, на основе полученных актуальных данных;
- мониторинг местных и широкомасштабных антропогенных воздействий на территории ООПТ.

Во Владивостоке 5 октября 2015 г. на Всероссийском совещании директоров государственных заповедников и национальных парков, посвященном проблемам и перспективам развития федеральной системы особо охраняемых природных территорий, выступил заместитель директора по охране ФГБУ «Земля леопарда» Евгений Стома. Он представил уникальный опыт использования в работе Учреждения программы SMART (Spatial Monitoring and Reporting Tool), созданной для мониторинга антибраконьерской рейдовой работы. Организаторы мероприятия – Министерство природных ресурсов и экологии РФ и национальный парк «Земля леопарда» [4].

Оценке эффективной работы службы охраны ООПТ была посвящена отдельная секция совещания на острове Русский. Руководители заповедников обсудили основные проблемы организации инспекторской работы и возможные пути их решений. По общему признанию, в своей работе отделы охраны должны учитывать рост технической оснащенности и грамотности браконьеров.

Большое количество людей, машин и технических средств в отделе охраны парка – важные составляющие, однако все они не являются залогом результативности. Для понимания проблемных точек, простоты фиксации работы и адаптивного управления рейдами с 2010 г. на территории национального парка «Земля леопарда» применяется программа SMART. Она основана на географической информационной системе и позволяет анализировать работу по патрулированию территории (рис. 1).

Впервые системы, подобные SMART, стали применяться в работе природоохранных инспекторов при содействии WSC и фонда «Феникс». Отправляясь на рейд, инспекторы «Земли леопарда» включают GPS-навигаторы, которые фиксируют пройденные дистанции. При помощи SMART сотрудники вносят выявленные нарушения в общую базу. Кроме того, эта программа позволяет косвенно контролировать численность редких животных. Помимо форм «Маршрут рейда» и «Нарушения», используя GPS, специалист на месте должен сделать пометку в форме «Тигр и леопард», заметив следы жизнедеятельности этих кошек.

Каждые три месяца проводится совещание, посвященное анализу работы по программе SMART. На нем анализируются результаты работы как оперативных групп, так и каждого инспектора в отдельности, что позволяет определить наиболее важные для патрулирования участки национального парка и выявить инспекторов, достойных поощрения. При увеличении количества рейдов число выявленных нарушений снижается, что является главным показателем эффективности работы отдела охраны [5].

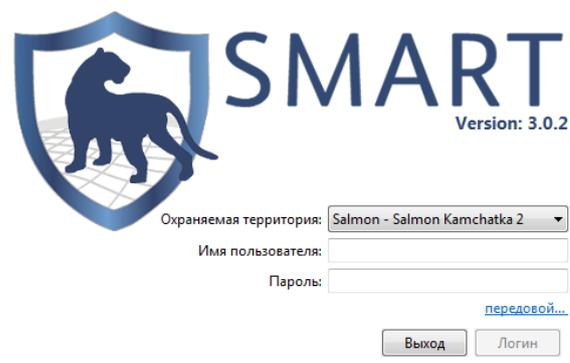


Рис. 1. Вход в программу SMART

Зарекомендовав себя как эффективная система, SMART внедряется и на других ООПТ. В настоящее время эта программа работает в семи из девяти федеральных заповедников и национальных парках России, где обитают амурские тигры.

В Камчатском крае 10 апреля 2015 г. прошел первый семинар по мониторингу антибраконьерской деятельности лососевых ресурсов с использованием SMART программы для общественных инспекторов, инспекторов парков и пользователей рыбопромысловых участков из числа коренных малочисленных народов Севера Камчатского края. Ведущим был Микель Отте – консультант Общества сохранения диких животных (WSC) в г. Владивосток, который является специалистом в области экологии и проектов по защите окружающей среды.

Мониторинг антибраконьерской деятельности – это метод отслеживания усилий, затраченных на борьбу с браконьерством, и полученных результатов, который основан на геоинформационной системе. Мониторинг позволяет оценивать и сравнивать затраченные усилия и полученные результаты у разных бригад, на разных участках и в разные периоды времени. Антибраконьерские бригады пользуются GPS-навигаторами для записи маршрутов патрулирования (рис. 2), а также фиксируют во время рейдов случаи браконьерства и другие нарушения в специально разработанных бланках (рис. 3).

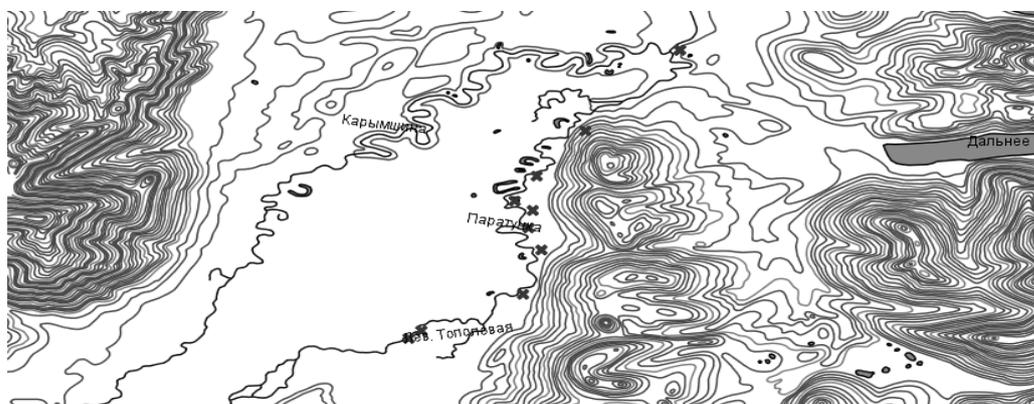


Рис. 2. Рейд антибраконьерской деятельности на р. Паратунка (10 августа 2015 г.), точки GPS

**Маршрут**  **Дата**  **Группа**  **№ GPS**   
**Руков-ль**  **Ответственный за GPS**   
**Состав группы** 1)..... 2)..... 3).....  
 4) ..... 5)..... 6)..... 7).....

Точка	Время	Транспорт / в засаде / в лагере	Категория наблюдения	Примечания

Рис. 3. Бланк патрулирования

С помощью регулярных отчетов о патрулировании мониторинг антибраконьерской деятельности помогает оценить эффективность рейдов и повысить их качество. На периодических собраниях инспекторы и руководители охраняемых территорий могут оценить результаты патрулирования, определить территории, которым необходимо уделить особое внимание, и поставить задачи на будущее для антибраконьерских бригад.

В настоящее время использование программы SMART в Камчатском крае проходит этап испытания в полевых условиях. Работы в данной программе ведут этно-экологический информа-

ционный центр «ЛАЧ», региональный общественный фонд «Сохраним лосось вместе», природный парк «Вулканы Камчатки». На этом этапе уже выявлен ряд недостатков и минусов, которые состоят в следующем:

- отсутствует заинтересованность в работе с программой SMART некоторых организаций по охране биоресурсов Камчатского края, в частности Дирекции ООПТ Камчатского края и других;
- данная программа SMART недостаточно эффективно адаптирована под нужды антибраконьерского мониторинга лососевых ресурсов, т. к. рассчитана на ведение учета численности популяции приморских леопардов и антибраконьерской работы на суше;
- форма заполнения патрулирования является не удобной в полевых условиях;
- недостаточность полномочий общественных инспекторов для более эффективной работы, т. к. в полевых условиях бригада общественных инспекторов не обладает достаточно широкими полномочиями и использует только фото-видеофиксацию нарушения.

Для устранения этих недостатков и увеличения эффективности антибраконьерской деятельности необходим пересмотр всех аспектов охраны рыбных ресурсов в Камчатском крае: от изменения нормативно-правовых актов до решения технологических задач по антибраконьерскому мониторингу лососевых ресурсов.

### Литература

1. Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. – М.: Астрея, 1997. – 64 с.
2. Ципилева Т.А. Геоинформационные системы: Учеб. пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004. – 162 с.
3. Лычак А.И., Бобра Т.В. ГИС в географии и экологии. – Симферополь: Эльнинье, 2005. – 280 с.
4. Информационно-справочная система ООПТ России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.oopt.info> (дата обращения: 09.05.2016)
5. Объединенная Дирекция национального парка «Земля леопарда» и заповедника «Кедровая падь» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.leopard-land.ru> (дата обращения: 13.05.2016).

УДК 502.51(282.247.2:470.26)

**С.А. Уманский, П.П. Буйняченко, А.С. Уманский**

*Калининградский государственный технический университет,*

*Калининград, 236022  
e-mail: umansky@klgtu.ru*

## **СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ГУРЬЕВКА**

В статье приведен анализ сложившейся экологической ситуации в бассейне реки Гурьевка на основе данных о сбросах загрязняющих веществ и полученных в ходе полевых исследований данных о качестве воды и состоянии почв и растительности на водосборной площади реки Гурьевка.

**Ключевые слова:** малая река, Гурьевка, почвы, растительность, антропогенная деятельность, экологическое состояние

**S.A. Umansky, P.P. Buiniachenko, A.S. Umansky**

*Kaliningrad State Technical University,*

*Kaliningrad, 236022  
e-mail: umansky@klgtu.ru*

## **CURRENT ENVIRONMENTAL STATUS OF GURYEVKA RIVER BASIN**

The article is devoted to the analysis of current environmental situation within the Guryevka river basin. This analysis was based on pollutant discharge data and on water, soil and vegetation quality data obtained during the field surveys.

**Key words:** small river, Guryevka, soils, vegetation, anthropogenic pressure, environmental status

### **Введение**

Малые реки, гидрологические и гидрохимические особенности которых эволюционно сложились под влиянием климатических условий [1, 2] и под воздействием других элементов геосистем – важнейший компонент гидрографической сети ландшафта. Они чутко реагируют на хозяйственную деятельность в пределах водосборной площади, что сказывается на их водном режиме, химическом составе воды, интенсивности процессов самоочищения, состоянии биологического разнообразия и устойчивости водной экосистемы. Среди масштабных факторов антропогенного воздействия можно выделить уничтожение лесов, распашку сельскохозяйственных земель, оросительные и осушительные мелиорации, процессы урбанизации. Исследования многолетней динамики состояния гидрографической сети [3–5] свидетельствуют о деградации гидрографической сети в пространственно-временном аспекте, которая выражается в уменьшении протяженности малых рек, отмирании водотоков низких порядков, уменьшении густоты речной сети, развитии процессов эвтрофирования, зарастании русел высшей водной растительностью и заболачивании прибрежных территорий. Перечисленные процессы нуждаются в научных исследованиях, прогнозировании и осмыслении результатов хозяйственной деятельности с целью формирования системы устойчивого водопользования. В настоящей статье представлены предварительные результаты исследований, выполненных в бассейне отдельно взятой малой реки на территории Калининградской области.

### **Материал и методика**

Источниками информации служили материалы, собранные в ходе полевых гидролого-гидрохимических, почвенных исследований в бассейне р. Гурьевка в течение 2016 г., сведения о водопотреблении, водоотведении и объемах сброса загрязняющих веществ.

Количественные показатели собранного материала характеризуют следующие данные:

- отобраны 15 проб воды в пяти створах и выполнены химические анализы по определению концентраций аммоний-иона, нитратов, фосфатов и БПК<sub>5</sub>;
- заложены пять ключевых участков для характеристики почв и растительности долины реки;
- сформирован массив информации на основе базы данных, включающий сведения о выпусках, объемах и качестве сточных вод [5].

Камеральная обработка собранных материалов сводилась к обобщению и анализу полученной информации в форме таблиц и графиков.

### Результаты и их обсуждение

Гурьевка, правый приток р. Преголя, впадающей в Вислинский залив Балтийского моря представляет собой типичную малую реку западной части Калининградской области, с бассейном, обладающим наибольшей плотностью населения и, соответственно, высокой антропогенной нагрузкой [5]. Основные гидрологические характеристики:  $S_{\text{басс.}} - 121,57 \text{ км}^2$ ,  $L_{\text{реки}} - 30,7 \text{ км}$ , густота речной сети –  $1,27 \text{ км/км}^2$ ,  $W_{\text{ср. год}} - 25,49 \text{ млн м}^3$ . Сток реки зарегулирован плотинами трех русловых прудов (рис. 1). Орловский пруд регулирует сток в верхней части бассейна, Васильковский пруд – в средней части и, наконец, Чистый пруд, плотина которого расположена в 2,3 км от устья, позволяет осуществлять регулирование стока в целях выработки электроэнергии на малой ГЭС и бесперебойного водоснабжения прудов учебно-опытного рыбоводного хозяйства Калининградского государственного технического университета (рис. 1.). Другое направление водопользования, которое существенно влияет на состав и свойства речной воды, режим стока – использование Гурьевки в качестве водоприемника сточных вод [5].

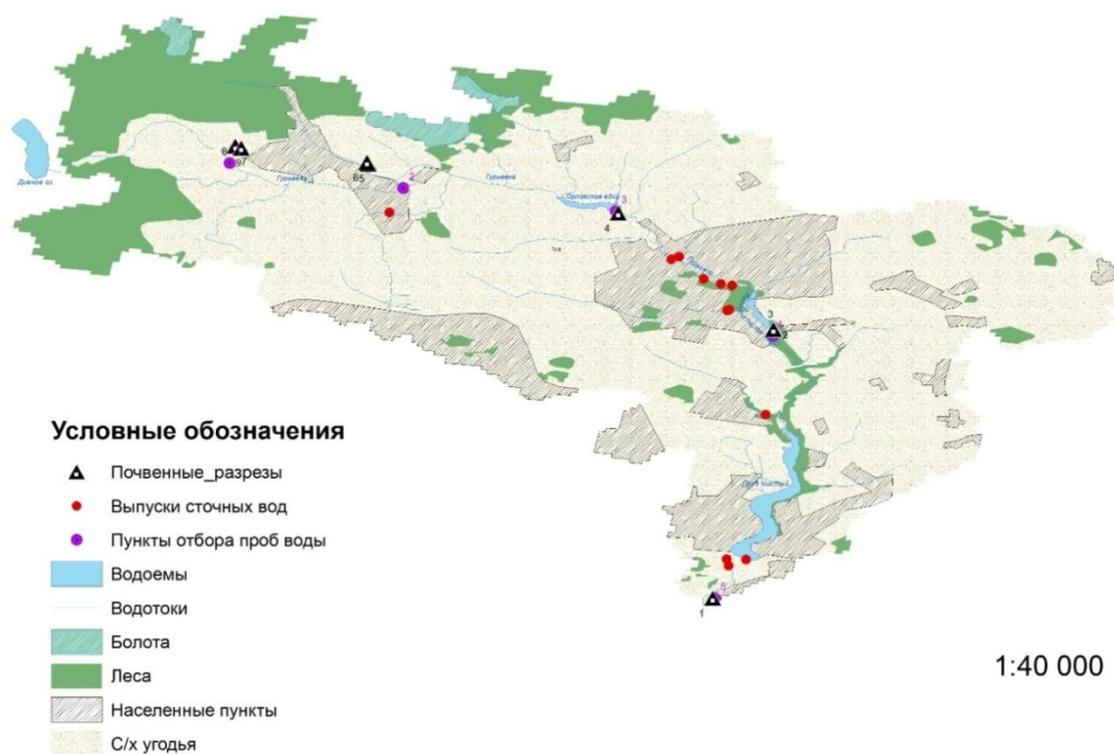


Рис. 1. Бассейн реки Гурьевки с указанием мест сброса сточных вод, пунктов отбора проб воды и почв

Изучение природных особенностей формирования режима стока и химизма речных вод невозможно без описания почв и растительности водосборной территории, поэтому при характеристике современного экологического состояния Гурьевки, наряду с исследованием химического состава речной воды и особенностей водопользования, было уделено внимание анализу почвенного покрова и состояния растительности в долине реки.

Территория бассейна представляет собой моренную холмистую равнину. Четвертичные отложения представлены аллювиальными голоценовыми и гляциальными верхнеплейстоценовыми суглинками и супесями, резе песками [6].

Растительность рассматриваемой территории «Географический атлас Калининградской области» [6] характеризуется как «широколиственные леса с незначительной примесью ели и преобладанием дуба, липы, граба, ясеня и бука» (верховья и периферия северной части бассейна), «пахотные земли и окультуренные луга на месте широколиственных лесов» (верхнее и среднее течение), «пахотные земли на месте сосновых лесов» (нижнее течение) и «низинные болота и заболоченные луга, частично облесенные, в сочетании с сельскохозяйственными землями» (устье). На основании того же источника [6], можно сделать заключение, что почвенный покров бассейна Гурьевки представлен преобладающими дерново-подзолистыми и дерново-слабоподзолистыми (преимущественно оглеенными) почвами легкосуглинистого (правый берег) и песчаного (левый берег) гранулометрического состава, а также аллювиальными дерновыми почвами, приуроченными к пойме. Дерново-подзолистые почвы приурочены к верхнему течению Гурьевки, основную часть площади, согласно карте, занимают дерново-слабоподзолистые оглеенные.

Летом 2016 г. в ходе полевых исследований растительности и почвенного покрова в бассейне р. Гурьевка было заложено 5 ключевых участков: «Дорожный» (верховья реки), «Медведевка» (верхнее течение), «Верхнегурьевский пруд» (среднее течение), «Новый» (нижнее течение) и «Заозерье» (устье). Преобладающими типами почв на ключевых участках являются дерново-подзолистые иллювиально-железистые, дерново-глеевые, бурые лесные и аллювиальные болотные почвы. Типичные для ландшафтов верхнего течения Гурьевки дерново-подзолистые почвы, имеющие легко- и среднесуглинистый гранулометрический состав, сформировались на водно-ледниковых и моренных отложениях под смешанными лесами и приурочены к верхним надпойменным террасам речных долин. Для них характерно наличие мощных (от 30 до 42 см) гумусовых горизонтов, являющихся старопашотными, в которых встречаются антропогенные включения в виде обломков сельскохозяйственных орудий и интенсивное развитие иллювиально-железистого процесса в горизонте В, характерное для почв, формировавшихся под сообществами с доминированием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). В ходе рекогносцировочного объезда была отмечена инвазия спиреи японской (*Spiraea japonica* L.) в данное природное сообщество. Подобные явления для Калининградской области отмечались и ранее [7, 8]. Луговые фитоценозы представлены злаково-разнотравными и разнотравными сообществами.

Дерново-глеевые почвы сопутствуют дерново-подзолистым и приурочены к замкнутым понижениям рельефа, а также к трансэллювиальным и трансаккумулятивным фациям под разнотравно-злаковыми лугами. Если в дерново-подзолистых почвах уровень грунтовых вод отмечается ниже 150 см, то в дерново-глеевых почвах грунтовые воды, как правило, залегают выше 100 см (на ключевом участке «Дорожный» – на 90–98 см), а признаки оглеения проявляются сразу под гумусовым горизонтом – с 20–27 см, причем сизая окраска выражена интенсивно и занимает не менее половины площади горизонта.

Бурые лесные почвы формируются в эллювиальных фациях ландшафта на моренных суглинках под фитоценозами с доминированием широколиственных пород: липы сердцевидной (*Tilia cordata* L.), клена остролистного (*Acer platanoides* L.), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), граба обыкновенного (*Carpinus betulus* L.), осины (*Populus tremula* L.), ольхи черной (*Alnus glutinosa* Gaertn.). На участке «Медведевка» отмечено внедрение в черноольхово-осиновый фитоценоз черешни (*Cerasus avium* Moench.), которая не только плодоносит, но и дает семенное возобновление. В строении профиля почв участка «Новый» отмечено наличие артефактов — битого стекла и проволоки, что свидетельствует о наличии длительного антропогенного (в т. ч. рекреационного) воздействия на ландшафт.

Аллювиальные почвы поймы Гурьевки, формирующиеся под гигрофитной растительностью (*Phragmites communis* Trin., *Carex* sp., *Filipendula ulmaria* Maxim., *Juncus effusus* L.), изучены пока недостаточно, однако предварительные данные указывают на малую мощность гумусового горизонта (не более 10 см) и активное развитие процесса оглеения. Это отличает их от почв пойм других малых рек западной части области [9]. В сопряженных ландшафтах отмечается внедрение нетипичной для природных фитоценозов речных долин видов – люцерны (*Medicago* sp.) и золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.).

Среди экологических проблем водных объектов Калининградской области выделяют антропогенное эвтрофирование, которое наблюдается и в гидрографической сети Гурьевки.

Для оценки интенсивности антропогенной нагрузки от точечных источников были использованы результаты мониторинга предприятий водопользователей, предоставленные ОВР по Калининградской области НЛВБУ в 2011–2016 гг. Пространственный анализ показал, что основной антропогенной нагрузке подвержено среднее течение реки. Среднегодовой суммарный объем сточных вод за исследуемый период на этом участке реки составил 0,68 млн м<sup>3</sup>, что составляет более 80% общего водоотведения [10]. Об усилении антропогенной нагрузки на водоток свидетельствуют данные о межгодовой динамике сброса загрязняющих веществ. Начиная с 2011 г. сброс загрязняющих веществ увеличился от 105 до 144 т/год с ежегодным приростом 10 т/год (рис. 2). Это связано с ростом численности населения в бассейне реки. Увеличение нагрузки сопровождается увеличением концентраций биогенных веществ и показателя БПК<sub>5</sub>. Сезонную динамику концентраций биогенных веществ и БПК<sub>5</sub>, а также и нарастание концентраций этих веществ по длине реки от истока к устью иллюстрирует рис. 2. Показательны данные по 4 и 5 створам, которые отражают ситуацию на участках бассейна с наибольшей плотностью населения (г. Гурьевск и пос. Большое Исаково). Здесь наблюдается контрастное увеличение всех контролируемых веществ и БПК. Сравнение с результатами исследований, выполненных в 2003 г. [11, 12] показывает на увеличение показателя БПК<sub>5</sub> в нижнем течении в три раза, аналогичная картина наблюдается по фосфатам и аммоний-иону.

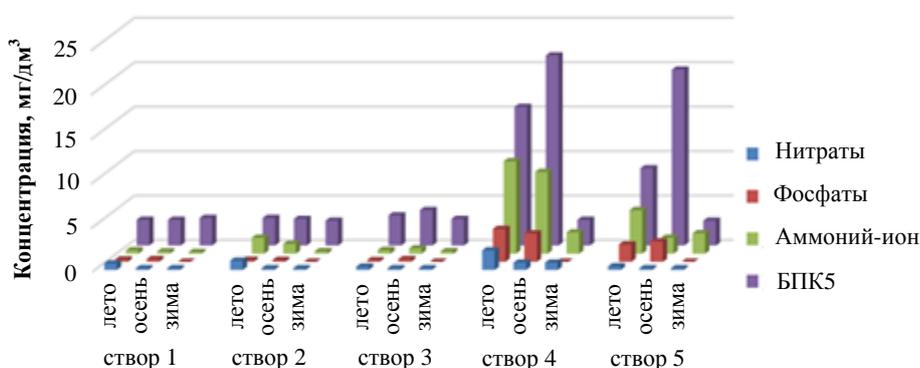


Рис. 2. Сезонная динамика концентраций биогенных элементов и БПК<sub>5</sub> по длине реки

При этом надо отметить заметное регулирующее влияние прудов, которые снижают биогенный сток, но при этом подвержены интенсивным процессам «цветения» и зарастания высшей водной растительностью. Оценка качества воды с помощью индекса загрязнения воды (ИЗВ) показала следующее. По длине реки класс качества воды изменяется от умеренно загрязненных (верхнее течение) до чрезвычайно грязных (нижнее течение) (табл.).

Таблица

Качество воды реки Гурьевки по индексу загрязнения воды (ИЗВ)

Створы отбора проб воды на химический анализ				
Створ 1 (выше пос. Орловка)	Створ 2 (ниже пос. Орловка)	Створ 3 (ниже Орловского пруда)	Створ 4 (ниже г. Гурьевска)	Створ 5 (устье)
Среднегодовые значения ИЗВ				
1,6	3,7	2,1	28,1	12,4
Классы качества вод				
3 «умеренно загрязненные»	4 «загрязненные»	4 «загрязненные»	7 «чрезвычайно загрязненные»	7 «чрезвычайно загрязненные»

## Выводы

1. В бассейне р. Гурьевки выделены дерново-подзолистые иллювиально-железистые – дерново-глеевые – аллювиальные болотные и бурые лесные – дерново-глеевые – аллювиальные болотные экологические ряды почв. Предварительный анализ химических свойств почв свидетельствуют о кислой реакции среды и низкой степени насыщенности основаниями, не превышающей 55%.

2. Растительные сообщества территории характеризуются наличием чужеродных видов, нетипичных для флоры лесных и луговых фитоценозов Калининградской области.

3. Интенсификация хозяйственной деятельности на водосборной площади р. Гурьевки, рост численности населения в ее бассейне сопровождаются ухудшением качества речных вод.

4. Сбросы хозяйственно-бытовых стоков провоцируют развитие высшей водной растительности в русловой части, что создает условия для заболачивания прилегающих земель и заилению русла.

5. Уровень загрязнения воды в реке увеличивается пропорционально объемам сброса загрязняющих веществ.

### Литература

1. Оценка влияния вод суши на наземные экосистемы / Отв. ред. Н.М. Новикова; Ин-т водных проблем. – М.: Наука, 2005. – 365 с.

2. *Эдельштейн К.К.* Структурная гидрология суши. – М.: ГЕОС, 2005. – 316 с.

3. Реки и водные объекты Белогорья: Моногр. / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, Ж.А. Бурлак, Я.В. Павлюк, А.Г. Нарожняя, А.В. Землякова, О.А. Маринина. – Белгород: КОНСТАНТА, 2015. – 362 с.

4. *Буйняченко П.П., Уманский С.А.* Управление водными ресурсами бассейнов малых рек Калининградской области и оценка их устойчивости к антропогенным воздействиям // III Балтийский морской форум: Тр. междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, акакультура и экология водоемов. – Калининград: КГТУ, 2015. – С. 153–156.

5. *Буйняченко П. П., Барановский П. Н.* Интеграция данных для устойчивого управления ресурсами малых рек Калининградской области // Экология России на пути к инновациям: Межвуз. Сб. науч. тр. / Сост. Т.В. Дымов. – Астрахань: Изд-во Нижневолжского экоцентра, 2015. – Вып. 11. – С. 110–116.

6. Географический атлас Калининградской области / Ред. В.В. Орленок. – Калининград: КГУ, 2002. – 276 с.

7. *Уманский А.С.* Химические свойства видоизмененных почв элювиальных ландшафтов Калининградской области (на примере бассейна р. Деймы) // Известия СПбГАУ. – СПб.: СПбГАУ, 2008. – № 11. – С. 25–27.

8. *Уманский А.С.* Антропогенно-трансформированные почвы элювиальных ландшафтов бассейна р. Деймы // Пространственно-временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты: Материалы междунар. конф. – СПб.: СПбГУ, 2007. – С. 536–539.

9. *Анциферова О.А.* Почвы Замландского полуострова и их антропогенное изменение. – в 2 т. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2008. – Т. 2. – 424 с.

10. *Буйняченко П.П.* Анализ антропогенной нагрузки на гидрографическую сеть бассейна реки Гурьевка // IV Балтийский морской форум. Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Тр. междунар. науч. конф. – Калининград: КГТУ, 2016. – С. 168–171.

11. *Уманский С.А.* Эвтрофирование малых рек Калининградской области и роль высшей водной растительности в улучшении качества воды // Инновации в науке и образовании – 2003: Материалы междунар. науч. конф. – Калининград, 2003. – С. 41.

12. *Umansky S., Kondratenko M., Shibaeva M.* The role of wetlands in decreasing small rivers eutrophication in the Kaliningrad Region // Proceedings Kalmar ECO-TECH'03 (The 4<sup>th</sup> International Conference on the Establishment of Cooperation Between Companies and Institutions in the Nordic Countries and the Baltic Sea Region). – Kalmar, Sweden, 2003. – P. 399–409.

УДК [553.3/.9+551.582](571.63)

**Р.С. Федюк, А.К. Смоляков, Р.А. Тимохин**

*Дальневосточный федеральный университет,  
Владивосток, 690950  
e-mail: roman44@yandex.ru*

## **ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Рассмотрены природно-климатические условия Приморского края. Выявлено, что муссонный климат юга Дальнего Востока вынуждает тщательнейшим образом защищать утеплитель от атмосферных воздействий («косых дождей») с помощью бетонного слоя повышенной водо- и паронепроницаемости. В качестве компонентов композиционного вяжущего рассмотрены местные природные и техногенные материалы.

**Ключевые слова:** природные материалы, Приморский край, гранит, базальт, муссонный климат.

**R.S. Fediuk, A.K. Smoliakov, R.A. Timokhin**

*Far Eastern Federal University,  
Vladivostok, 690950  
e-mail: roman44@yandex.ru*

## **NATURAL RESOURCES AND CLIMATIC CONDITIONS OF PRIMORYE IN TERMS OF CONSTRUCTION PRODUCTION**

The paper considers the climatic conditions of the Primorye Territory. It has been revealed that the monsoon climate of the south of the Far East forces carefully to protect the insulation from weather ("slanting rain") using the concrete layer of increased water vapor resistance. The local natural and man-made materials are considered as composite binder components.

**Key words:** natural materials, Primorye Territory, granite, basalt, monsoon climate.

Приморский край входит в состав Дальневосточного федерального округа Российской Федерации. Около четырех пятых территории занимает протянувшаяся с северо-востока на юго-запад горная система Сихотэ-Алинь. На равнины и низменности приходится лишь около одной пятой территории.

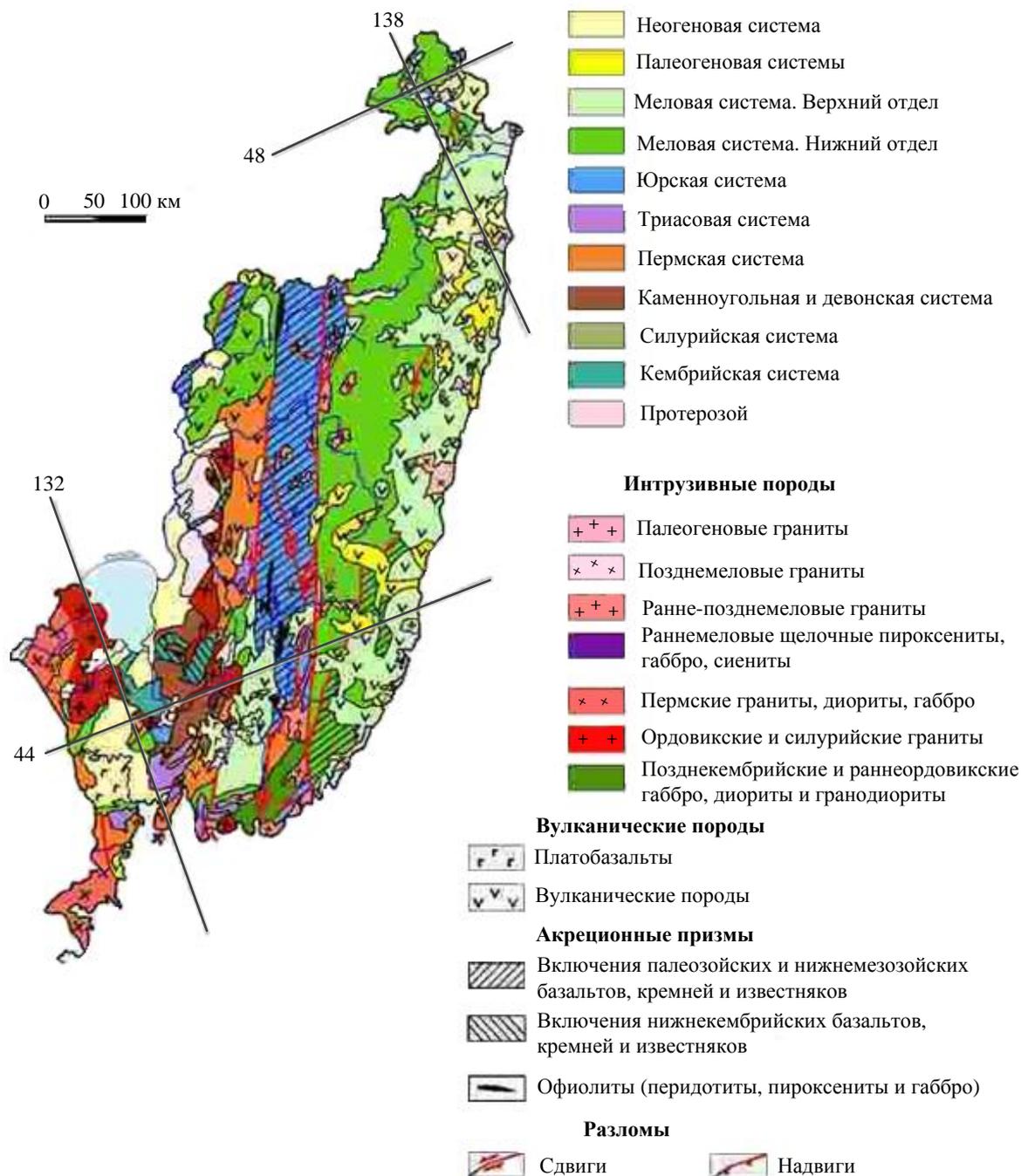
Средняя температура июля колеблется от +17°C на северо-востоке Приморья до +26°C – на Приханкайской равнине. Средняя температура января составляет –12°C – на побережье и –27°C – в материковых районах.

В зимний период (с ноября по март) данная территория находится под преобладающим воздействием очень холодных и сухих воздушных масс, формирующихся в области развития мощного азиатского антициклона. Ясная погода, обусловленная антициклонической циркуляцией, способствует сильному выхолаживанию земной поверхности, что в свою очередь приводит к еще большему охлаждению воздушных масс. Результирующий поток воздуха направлен с северо-запада на юго-восток – от области азиатского максимума давления к области более низкого давления, преобладающего над Тихим океаном и окраинами моря [1, 2].

В летний период (с апреля по сентябрь) движение воздушных масс приобретает противоположное направление: они перемещаются в основном с юго-востока на северо-запад, т. е. из области развития тихоокеанского субтропического антициклона в сторону дальневосточной барической депрессии. Данные воздушные массы приносят с собой значительное количество осадков (тайфуны) [3, 4].

Согласно исследованиям [5, 6], в Приморье на вертикальные поверхности выпадает больше жидких осадков, чем на горизонтальные, что требует эффективной защиты их поверхностей от увлажнения.

На территории Приморского края, к настоящему времени известны разнообразные месторождения минерального сырья, такого как: олово, вольфрам, свинец, цинк, медь, серебро, золото, бор, флюорит, редкоземельные элементы, титан, висмут, индий, железо, марганец, разнообразное строительное сырье, вермикулит, цеолиты, коллекционные, облицовочные и строительные камни, сырье для керамзита и каменного литья, перлиты, цементное сырье, фарфоровый камень, различные угли, торфовиваниты и ряд других [7, 8]. Геологическая карта Приморского края приведена на рисунке.



Геологическая карта Приморского края

Крупнейшим на Дальнем Востоке предприятием стройиндустрии по-прежнему остается Спасский завод по производству цемента. Его проектная мощность 3,6 млн т в год была превзойдена еще в 1988 г. Сегодня он выпускает цемент различных марок и клинкер для родственных

предприятий. Однако значительно меньшие по сравнению с 25-летней давности объемы строительства пока не позволяют вернуться к рекордным результатам. В «пик» строительства объектов для проведения Саммита АТЭС в Приморье в 2011 г. производство цемента, при росте к предыдущему году на 10,5%, составило в крае 1 млн 416 тыс. т.

В Приморском крае имеются крупные месторождения гранита. Соответственно, после его обработки остается отсев различных фракций, который можно применять при производстве бетона.

Также имеется ряд месторождений базальта, который используют как сырье для щебня, производства базальтового волокна (для производства теплозвукоизоляционных материалов), каменного литья и кислотоупорного порошка, а также в качестве наполнителя для бетона. Представляет интерес использование базальтовых волокон, полученных из местного сырья для дисперсного армирования бетона.

Известняки, иногда доломитизированные, и доломиты слагают среди терригенных и терригенно-кремнистых пород линзы, прослои и горизонты мощностью до 100–150 м и совместно смяты в систему сжатых, иногда опрокинутых складок субширотного и северо-западного простирания. В Лаоелин-Гродековском террейне юго-западного Приморья развиты линзы верхнепермских известняков – Бамбуровское и Барабашское месторождения. В Сихотэ-Алинской системе известняками сложены олистолиты и оползневые пластины в юрской и раннемеловой олистостроме. Для них характерны рифовые фации карбон-пермского и поздне триасового возраста в Таухинском террейне и позднепермского – в Самаркинском (месторождения Больничное, Натальинское, Санькин Ключ, Фроловское, Кузнецовское, Николаевское, Новицкое, Высокий Утес и др.). В Спасском террейне они могут принимать участие в чешуйчато-надвиговых структурах и олистостромовых толщах. Здесь известны месторождения известняков Длинногорское, Малые Ключи, Спасское и Прохоровское, доломитов – Бук-Прохоровское, Липовецкое и Первомайское. Группа месторождений известняков в районе г. Спасск-Дальний является основой цементной промышленности края и используется для получения строительной извести, строительных камней, а доломиты – как сырье для глазурей [9, 10].

Для добавки в композиционные вяжущие представляет интерес изучение состава и генезиса золы уноса теплоэлектростанций Приморского края [11].

Владивостокская ТЭЦ-2 производит сжигание угля с применением ВИР-технологии, которая построена на современных приемах аэродинамики и после модернизации создает в топочной камере две зоны горения – низкотемпературную вихревую в нижней части топки и высокотемпературную в верхней, обеспечивая интенсивное дожигание. Рассредоточенная подача топлива и воздуха, а также внутритопочное рециркуляционное движение являются мощными инструментами низкоэмиссионного горения с высокой тепловой эффективностью топки.

В качестве основного проектного топлива за ВТЭЦ-2 закреплен бурый уголь Павловского разреза Чихезского месторождения. Павловский бурый уголь относится к марке «Б». Макроскопически плотный, темно-бурового цвета, по блеску преобладает матовый (реже полуматовый). Структура угля штриховато-полосчатая и линзовидно-полосчатая. В исходном растительном материале углей преобладают остатки стеблевой древесины, листовой паренхимы и коровые ткани. В составе углей преобладает витринит (80–99%). Бурые угли, добываются открытым способом. Основные характеристики угля: для первой очереди теплотворная способность – 2920 ккал/кг, зольность – 41%, влажность – 8,8%.

Артемовская ТЭЦ работает на каменном угле, в связи с чем возникает научный интерес в сравнении зол уноса Владивостокской ТЭЦ-2 и Артемовской ТЭЦ. Кроме того, для обеспечения выборки были исследованы золы других теплоэлектростанций края: Приморской ГРЭС (п. Лучегорск) и Партизанской ГРЭС.

Подводя итог, отметим, что муссонный климат юга Дальнего Востока вынуждает тщательнейшим образом защищать утеплитель от атмосферных воздействий («косых дождей») с помощью бетонного слоя повышенной водо- и паронепроницаемости. В качестве компонентов композиционного вяжущего рассмотрены местные природные и техногенные материалы [12–17].

## Литература

1. Федюк Р.С. Применение сырьевых ресурсов Приморского края для повышения эффективности композиционного вяжущего // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. – 2016. – № 1. – С. 28–35.

2. Смоляков А.К., Федюк Р.С. Исследование влажностного режима Приморского края с позиции влияния на строительные конструкции // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: Материалы Междунар. академ. чтений. – Курск: Курский государственный университет, 2015. – С. 103–108.

3. Федюк Р.С., Козлов П.Г., Мочалов А.В., Тимохин А.М. Необходимость актуализации дорожно-климатического районирования юга Дальнего Востока // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 4. – С. 90–99.

4. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Бетоны с пониженной проницаемостью на сырьевых ресурсах Дальнего Востока // Современные строительные материалы, технологии и конструкции: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». – Грозный: ГГНТУ, 2015. – С. 440–448.

5. Цвид А.А. О связи количества влаги, выпадающей на вертикальные поверхности, со скоростью ветра и осадками / А.А. Цвид, В.А. Данилов // Сборник научных работ ДВНИИС. – Благовещенск, 1964. – № 1. – Вып. 6. – С. 23–29.

6. Цвид А.А. Измерение осадков смачивающих вертикальные поверхности / А.А. Цвид // Сборник научных работ ДВНИИС. – Благовещенск, 1962. – № 3. – С. 25–32.

7. Кононец С.Н., Валитов М.Г., Изосов Л.А. Вознесенская гранит-риолитовая формация Приморья: проблемы геологии и металлогении // Региональные проблемы. – 2008. – № 10. – С. 55–63.

8. Москаленко Е.Ю., Крук Н.Н., Валуй Г.А. Новые данные по геологии и геохимии гранитоидов Успенского массива (южное Приморье) // Тихоокеанская геология. – 2011. – Т. 30. – № 5. – С. 80–92.

9. Попов В.К., Максимов С.О., Вржосек А.А., Чубаров В.М. Базальтоиды и карбонатитовые туфы Амбинского вулкана (юго-западное Приморье): геология и генезис // Тихоокеанская геология. – 2007. – № 4. – С. 75–97.

10. Shkrebtiy T.A., Fediuk R.S. Environmental reconditions of use the renewable energy sources in the Primorye Territory // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность: Материалы трудов XXI Всерос. науч.-техн. конф. В 2 т. – 2015. – С. 55–56.

11. Fediuk R.S., Yushin A.M. The use of fly ash the thermal power plants in the construction // Materials Science and Engineering. – 2015. – № 93.

12. Федюк Р.С. Натурные исследования жилых зданий, построенных с применением несъемной опалубки из пенополистирола // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 1 (48). – С. 127–133.

13. Мочалов А.В., Федюк Р.С. Методики проведения экспериментальных исследований параметров долговечности различных марок пенополистирола // Современное состояние и проблемы естественных наук: Сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Югра: Юргинский технолог. ин-т, 2014. – С. 161–163.

14. Федюк Р.С., Фролова М.А. Аспекты применения пенополистирола в качестве утеплителя стен зданий // Инновационные материалы и технологии для строительства в экстремальных климатических условиях: Материалы I Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием. – 2014. – С. 188–195.

15. Онищенко А.Б., Федюк Р.С., Баранов В.А. Долговечность пенополистирола // Научному прогрессу – творчество молодых: Материалы IX междунар. молодежной науч. конф. по естественнонаучным и техническим дисциплинам. В 3 ч. – 2014. – С. 197–198.

16. Федюк Р.С., Тимохин А.М., Муталибов З.А. Наружные железобетонные стены с несъемной опалубкой в условиях юга Дальнего Востока России // Молодой вчений. – 2014. – № 1-1 (04). – С. 11–15.

17. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю. Привлечение прямых инвестиций в Приморский край // Актуальные вопросы экономического развития регионов: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Пятигорский филиал ФГБОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет», Рекламно-информационное агентство на Кавминводах. – Пятигорск, 2013. – С. 178–183.

УДК 553.3/.9(571.66)

**Л.М. Хорошман, Г.А. Лазарев, И.М. Власова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: gennl\_16@mail.ru*

## **КАМЧАТСКИЙ КРАЙ КАК ПРИРОДНО-УНИКАЛЬНЫЙ РЕГИОН РОССИИ**

В статье рассмотрены основные особенности и главные природно-уникальные ресурсы Камчатского края.

**Ключевые слова:** емкость ландшафтов, лососи, продуктивность, эндемик, реликт, флора, вулканы.

**L.M. Khoroshman, G.A. Lazarev, I.M. Vlasova**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: gennl\_16@mail.ru*

## **KAMCHATSKIYKRAI AS A UNIQUE REGION OF RUSSIA**

The article describes the main features and major natural and unique resources of the Kamchatka region.

**Key words:** capacity of landscapes, salmon, productivity, endemic, relic, flora, volcanoes.

Камчатский край в географическом отношении – природно-уникальный район [2, 3, 6–8, 11]. Природная уникальность региона определяется не только наличием того или иного природно-уникального ресурса или явления, но и их количественными характеристиками – системой вулканов, обилием термальных источников, площадью произрастания лиственницы курильской, запасами и видовым разнообразием лососей.

В то же время, Камчатский край, как природно-уникальный район, имеет две основные особенности [2, 6, 7, 11, 14]:

– ландшафты Камчатки уникальны и одновременно очень уязвимы для антропогенной деятельности;

– именно уникальные природные ресурсы являются сырьевой базой, обеспечивающее развитие рыбной и лесной промышленности, энергетики.

Уязвимость или низкая экологическая емкость камчатских ландшафтов обусловлена следующими причинами [2, 3, 7–9, 11]:

– общей суровостью природных условий, для которых характерна слабая восстановительная и самоочищающая способность биоценозов;

– современными геологическими процессами, при которых происходит непрерывное изменение структуры биоценозов;

– изолированностью Камчатки и, вследствие этого, ограниченностью видового состава живой природы;

– климатическими условиями (ураганно-штормовой режим погоды), усиливающими общую суровость природных условий, затрудняющими естественное развитие и восстановление ландшафтов.

Использование уникальных природных ресурсов и явлений в природно-хозяйственном освоении края определяет нестандартность экологической ситуации для Камчатки, когда охрана уникальных био- и зооценозов являет собой не только цель сохранения генофонда, но и обеспечивает развитие экономики Камчатского края.

Главный сырьевой природно-уникальный ресурс области – лососи [7]. Камчатка является крупнейшим в стране регионом по вылову лососей: в отдельные годы вылов достигал 150 тыс. т, а с учетом японского вылова около 390 тыс. т, что в пищевом отношении эквивалентно 1,3 млн

голов крупного рогатого скота. Это больше, чем производство мясного скота у таких развитых в сельскохозяйственном отношении стран, как Грузия, Киргизия, Туркмения, Армения, Таджикистан.

Если сравнить производство белковых продуктов (мясо и рыба) на человека, то один житель Камчатки (численность населения Камчатки составляет около 300 тыс. человек), производит их в 5 раз больше, чем в среднем каждый житель нашей страны. Причем мы имеем в виду вылов одних только лососей. Если же считать общий вылов рыбы на Камчатке, то этот показатель увеличивается более чем в 25 раз. Это выделяет Камчатку в ряд особых регионов нашей страны [7, 14].

Обилие лососей на Камчатке связано с комплексом благоприятных физико-географических и биологических особенностей полуострова.

Размножение лососей в реках имеет свои специфические особенности: на нерестилищах они зарывают оплодотворенную икру в речной грунт, в местах, где имеются выходы грунтовых вод. Обилие грунтового стока и чистота воды – неперенные условия успешного воспроизводства лососей. В этом отношении водоемы полуострова являются уникальным местом: обилие осадков, высокая водоаккумулятивная способность грунтов вулканического происхождения – все это обеспечивает высокую выживаемость инкубирующейся икры. Кроме этого, высокая рыбопродуктивность водоемов Камчатки зависит [3, 7, 11, 14]:

– от подпитки наиболее продуктивных рек термальными водами, создающими благоприятный инкубационный режим;

– от стока рек из вулканических пород, содержащих микроэлементы, формирующие особые биологические свойства воды.

Также в местных реках и озерах практически отсутствуют жилые виды рыб, являющиеся конкурентами молоди лососей в период их пресноводной жизни. Этим, в частности, объясняется наличие на Камчатке таких ценных видов лососей, как чавыча, нерка, кижуч, практически отсутствующих в других районах Дальнего Востока.

Все это определяет исключительно высокую промысловую продуктивность рек и озер Камчатки: она в десятки, а то и в сотни раз выше, чем продуктивность рек и озер Сибири и Европы. Так, например, наиболее продуктивное из озер Евразии – Псковско-Чудское, имеет показатель 30 кг/га, в то время как для озера Курильского на Камчатке известны величины до 1000 и более кг/га. Это небольшое (70 км<sup>2</sup>) озеро дает рыбы столько же, сколько давал в лучшие годы такой гигант, как Байкал, в котором, как известно, сосредоточена пятая часть всех пресных вод земного шара.

Соответствующие показатели обычны и для бассейнов рек Камчатки. Если для бассейна самой богатой рыбой Сибири – Оби продуктивность не превышает 20–25 кг/м<sup>2</sup>, то реки Камчатского края в целом имеют показатель на порядок выше. Для рек полуострова продуктивность составляет порядка 400 кг/м<sup>2</sup>, а для отдельных рек (Большая, Крутоберегово, Воровская) известны феноменальные показатели до 6000 кг/м<sup>2</sup> [7, 14].

Практически вся территория полуострова представляет собой естественное нерестово-вырастное угодье лососевых рыб, с показателями продуктивности, не уступающими, а порою и превосходящими показатели специальных рыбоводных хозяйств Европы, где занят многочисленный штат рыбоводов, строятся сложные гидротехнические сооружения и используются дорогостоящие кормовые смеси. При этом реки Камчатки воспроизводят значительно более высокоценную продукцию. Дикий лосось Камчатки высоко котируется на мировом рынке, являясь, таким образом, международной валютой.

Все естественное воспроизводство лососей на Камчатке практически осуществляется без вложения средств. Если бы осуществить этот процесс искусственным путем, потребовалось бы построить не менее 100 современных рыбоводных заводов, что обошлось бы в триллионы и триллионы рублей.

Лесорастительные условия и сам лес на Камчатке не имеют аналогов на остальной территории страны [3, 6, 8, 11, 12, 17].

В целом, для флоры Камчатки характерно обилие эндемичных форм в ранге подвида или разновидности [13].

Камчатские эндемы встречаются почти среди всех жизненных форм растений, в т. ч. среди древесных пород [5, 13]: например, к ним относятся ель камчатская (аянская), пихта камчатская (грациозная), береза авачинская, ольховник камчатский и др.

Флора полуострова насчитывает 286 эндемичных форм, что составляет 28% от общего количества видов [13].

Распространение особой камчатской группы эндемиков строго приурочено к многочисленным горячим вулканическим источникам (термам). Эти молодые виды возникли под влиянием специфических условий, создаваемых термами на базе исконных древних форм камчатской флоры [5, 7, 13].

Сильные вулканические катастрофы и ледниковые покровы вытеснили и уничтожили ту древнюю растительность, которая объединяла когда-то Камчатку с ближайшей частью Северной Америки и Японией.

К числу племянников «флористической старины» относятся хвойные леса из ели и лиственницы в центральной части полуострова, и роща пихты камчатской (*Abiesgracilis*) в долине р. Семьячик в бассейне Кроноцкого залива [1, 3, 7, 8, 13, 15].

К древним камчатским видам третичного родства относят и березу каменную (*Betulaermanii*), рассматривая современные каменноберезняки «за первоначальный и древнейший тип растительного покрова Камчатки, уцелевший после ухудшения климата страны и вымирания других видов» [7, 10, 17]. Аналогичную характеристику следует дать высокоствольным лесам из чозения (ивы пирамидальной), и близкую – к стелющимся лесам кедрового стланика (*Pinuspumila*) [16].

Интенсивные горообразовательные процессы и вулканическая деятельность, оледенения и морские трансгрессии в течение четвертичного периода и в послеледниковое время вызвали гибель и вымирание большинства умеренно теплолюбивых третичных растений, изоляцию некоторых из них в разного рода убежищах (рефугиумах) – в частности в пределах Центрально-Камчатской межгорной депрессии, и миграцию с севера арктических форм. Камчатка оказалась изолированной от соседних лесных районов Дальнего Востока, и местные видообразовательные процессы привели к образованию многочисленных эндемиков [1, 3, 6, 11].

В соответствии с преобладающим распространением зональных типов растительности территория края относится к двум природно-географическим зонам – к лугово-лесной (таежной) на юге, и к лесотундровой на севере. Однако горный, сильно пересеченный характер поверхности и охлаждающее влияние холодных Берингова и Охотского морей значительно осложняет эту элементарную схему широтной зональности. Граница между лугово-лесной и лесотундровой зонами на Камчатке, значительно отклоняется от нормального для нее широтного положения, и имеет сложный характер [9, 11].

При ботанико-географическом (геоботаническом) районировании обе зоны относятся к двум особым ботанико-географическим (геоботаническим) областям: Северотихоокеанской луговой и Берингийской кустарниковой.

Обе эти области специфичны для Дальнего Востока и по характеру свойственного им растительного покрова не имеют аналогов в других частях страны. Для Берингийской кустарниковой области трудно назвать на земном шаре другую ботанико-географическую область, аналогичную по особенностям ландшафта (это преобладание в составе лесной растительности темнохвойных стелющихся лесов).

В качестве же аналогов Северотихоокеанской луговой области можно назвать острова северной части Атлантического океана (Исландия и др.), южную оконечность Гренландии, а также, отчасти, крайнюю оконечность Южной Америки (Патагония, Огненная земля) и острова приантарктической части Тихого океана, юг Новой Зеландии, Тасманию. Все эти географические районы земного шара объединяет ярко выраженная океаничность климатического режима, благоприятствующая мощному развитию мезофильной луговой растительности и своеобразных парковых лесов и криволесий из лиственных пород [9, 11].

Особое положение в системе живой природы Камчатки занимают леса. Площадь эндемичной лиственницы курильской (*Larixkurilensis*) и ели аянской (*Piceajanensis*), из которых состоят хвойные леса Камчатки, произрастающие в уникальном природном районе – так называемом «Хвойном острове», расположенном в долине р. Камчатки, составляет менее 5% от лесопокрываемой площади полуострова [10, 15].

Уникальность камчатских хвойных лесов определяется островным положением их ареала, а также спецификой лесорастительных условий, обусловленных прошлой и современной вулканической деятельностью, не имеющих аналогов на остальной территории страны. Кроме этого, многие особенности микроклимата в слое растительного покрова способствуют сохранению растений при колебаниях условий внешней среды. Доказательством этого является возможность

длительного сохранения реликтовых лесов в районах, где изменившийся климат делает возобновление этих лесов после их вырубki невозможным [3, 6, 8, 10, 12].

Реликтовыми являются еловые леса Камчатки, сохранившиеся после плейстоценовых оледенений в Центрально-Камчатской межгорной депрессии и в предгорьях, окружающих ее с востока и запада горных сооружений. Они расположены на географической широте, близкой к северным пределам аянской ели.

Ель аянская (*Picea ajanensis*) – порода типично муссонного климата, болезненно реагирующая на недостаточность почвенного и атмосферного увлажнения. Поэтому наличие этого вида хвойных и особенно группировок с ее преобладанием на Камчатке – явление парадоксальное. Постоянное влияние современной вулканической деятельности, вызывающее пожары (к которым ель очень неустойчива) и пеплопады, специфичность почвогрунтов, отличающихся провальной водопроницаемостью, типично континентальный климат в Центрально-Камчатской депрессии, где они произрастают, с невысоким среднегодовым количеством осадков, и не совсем благоприятным для жизнедеятельности древесных растений распределением их по сезонам года (отчетливо выраженная засушливость начала вегетационного периода), все это не соответствует биологическим особенностям этого вида хвойных [3, 8, 12].

Устойчивости этой древесной породы в необычных для нее условиях способствуют, с одной стороны, специфика климата, приводящая к промерзанию почв в зимний период, с другой – особенности структуры древесного полога ее фитоценозов и состав их нижних ярусов, обуславливающие значительную глубину промерзания и длительное сохранение мерзлоты в почве. В наиболее благоприятный в погодно-климатическом отношении поздневесенний – раннелетний период в ельниках повсеместно имеется сезонная мерзлота в виде линз и прослоев. Благодаря наличию мерзлоты обеспечивается влагоснабжение еловых фитоценозов в это время почти независимо от количества выпадающих атмосферных осадков. Таким образом, еловым фитоценозам в условиях Камчатки свойственна автономность влагоснабжения, обусловленная ярко выраженными их способностями формировать специфичный фитоклимат [2, 8, 10, 12].

Уникально водорегулирующее значение еловых лесов. Благодаря наиболее длительному, по сравнению с другими лесными формациями, периоду снеготаяния, под ельниками наиболее долго сохраняется сезонная мерзлота, консервирующая определенные запасы воды, которая обеспечивает влагоснабжение ели. Часть влаги высвобождаемой при оттаивании мерзлоты, расходуется на пополнение запаса воды в реках. Особенно это важно в самый сухой период (май – июнь) для притоков р. Камчатки, куда заходят на нерест ценные лососевые. Перевод всей свободной влаги во внутрпочвенный сток (а половину своего питания, как ни в одном другом районе страны, реки Камчатки получают за счет стока подземных вод) и фильтрация ее сквозь рыхлую толщу отложений обеспечивает высокую чистоту воды.

Таким образом, по степени воздействия современного вулканизма и сопутствующих ему явлений, особенностям увлажнения, сложения и механического состава почвогрунтов, ельники Камчатки не имеют аналогов в нашей стране (а возможно, и в мире) [8, 10, 12, 15].

Эндемичен и вид лиственницы (*Larix kurilensis*), произрастающей на Камчатке. К основным особенностям лиственницы курильской, как вида, в отличие от других лиственниц, следует отнести [1, 4, 6, 10, 15]:

- исключительную пластичность и способность выдерживать длительное угнетение под воздействием абиотических факторов, образуя, в зависимости от местопроизрастания, экобиоморфы самого различного габитуса: от кустарниковой стланиковой формы до прямостоящего дерева высотой 25–30 м и диаметром 60–80 и более сантиметров;

- низкие показатели текущего прироста при общей продолжительности периода роста. Способность к увеличению текущего прироста при изменении условий в благоприятную сторону сохраняется у лиственницы до 180 лет;

- способность в местообитаниях лиственничников кустарниково-разнотравных образовывать прикомлевые бутылеобразные утолщения – при диаметре стволов на высоте груди 40–60 см, диаметр на пне может составлять 80–120 и более см;

- большую толщину коры в приштамбовой части ствола, в отдельных случаях до 25–27 см;

- высокое содержание в тканях коры лиственницы (физическая примесь) мелких фракций вулканического пепла и шлаков (в результате систематических вулканических пеплопадов на 1 см<sup>2</sup> поверхности коры в приштамбовой части дерева поступает до 10 граммов вулканогенных продуктов, которые механическим путем глубоко проникают в трещины и ткани коры).

Таким образом, хвойные леса Камчатки, состоящие из ели аянской и лиственницы курильской, находясь в географической изоляции, обладают рядом уникальных ботанико-географических особенностей.

Уникальна Камчатка и проявлениями тектонических сил, вулканическими извержениями. В этом смысле уникальность природных явлений Камчатки, как составной части Тихоокеанского огненного кольца, не имеет мировых аналогов.

Извержения вулканов и землетрясения – ценнейший информационный источник для изучения закономерностей геолого-географических планетарных процессов, при которых происходит деформация земной коры. Познание этих закономерностей важно для предсказания извержений вулканов, землетрясений, моретрясений и вызываемых ими катастрофических волн – цунами. Камчатка является уникальным полигоном для изучения этих явлений [2].

Исключительно важную информацию несут вулканы об условиях образования месторождений полезных ископаемых.

Вулканы периодически существенно изменяют окружающую среду, серьезно нарушая ее экологическое равновесие. Во время извержений, также как и во время других стихийных бедствий – землетрясений, цунами, гибнут растительность и животный мир, изменяются ландшафты, химический состав почв [2, 3, 11].

Кальдеры и вулканические плато – уникальные объекты для развития туризма [7].

Вулканы и вулканизм – уникальный ресурс (объект) как для проведения крупномасштабных научных исследований, так и для практического использования продуктов вулканической деятельности. Уже используются строительные материалы, нетрадиционные виды энергии – гидротермы и нагретые подземные породы [2, 7]. Кроме этого, на Камчатке имеются огромные возможности для использования колоссальной энергии приливов и ветровой энергии.

Таким образом, уникальность природного комплекса Камчатки определяется не только наличием объектов живой и неживой природы, но и особыми условиями их естественного воспроизводства и существования. Весь наш крупнейший регион представляет собой целостное природно-экологическое единство. Земля, вода многочисленных рек, озер, болот, тундра, леса со всеми живыми существами, обитающими в них – все это, практически, среда воспроизводства лососей, которые являются ценнейшим природно-уникальным ресурсом мирового значения.

### Литература

1. Бобров Е.Г. История и систематика лиственниц. – Л.: Наука, 1972.
2. Действующие вулканы Камчатки. – М.: Наука, 1991.
3. Зонн С.В., Карпачевский Л.О., Стефин В.В. Лесные почвы Камчатки. – М.: Изд-во АН СССР, 1963.
4. Дылис Н.В. Лиственницы Сибири и Дальнего Востока. – Л.: Изд-во АН СССР, 1961.
5. Ефремова Н.А. Заветные травы. – Петропавловск-Камчатский: Камшат, 1992.
6. Кабанов Н.Е. Пути рационального использования и воспроизводства лесов Камчатки // Леса Камчатки. – М., 1963.
7. Камчатка. Справочник туриста. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во РИО КОТ, 1994.
8. Карпачевский Л.О., Метельцева Е.П. К истории хвойных лесов на Камчатке // Ботан. журн. – 1966. – Т. 1. – № 1.
9. Куницын Л.Ф. Опыт природного районирования Камчатки // Природные условия и районирование Камчатской области. – М.: Изд-во АН СССР, 1963.
10. Лазарев Г.А. Лесные острова // Камчатка: Информационный дайджест 1(3).97. – Петропавловск-Камчатский: Камшат, 1997.
11. Любимова Е.Л. Камчатка. Физико-географический очерк. – М.: Географиздат, 1961.
12. Манько Ю.И., Ворошилов В.П. Еловые леса Камчатки. – М.: Наука, 1978.
13. Определитель сосудистых растений Камчатской области. – М.: Наука, 1981.
14. Северная Пацифика: Региональный рыбацкий информационный дайджест. – Петропавловск-Камчатский: Камшат, 1996. – № 2/96.
15. Стариков Г.Ф., Дьяконов П.Н. Леса полуострова Камчатки. – М.: Гослесбумиздат, 1952.
16. Хоментовский П.А. Экология кедрового стланика на Камчатке. – Владивосток: Дальнаука, 1995.
17. Шамшин В.А. Каменноберезовые леса Камчатки: биология, экология, строение древостоев. – М.: ГЕОС, 1999.

УДК 502.51(285.2:470.26)

**Н.А. Цупкиова, Т.А. Берникова, Е.Н. Блоцкая, Е.А. Рябцева**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru*

### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ПРУДОВ ВЕРХНЕГО И НИЖНЕГО (Г. КАЛИНИНГРАД) КАК РЕКРЕАЦИОННОГО ОБЪЕКТА ВНУТРИ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ**

Современный густо застроенный город остро нуждается в пространствах, обеспечивающих жителям возможность краткосрочного отдыха и восстановления сил. Одно из таких мест в г. Калининграде – район системы прудов Верхнего и Нижнего. Будучи расположенными в центре города с интенсивным уличным движением и довольно загрязненным атмосферным воздухом, эти водоемы испытывают достаточно серьезную антропогенную нагрузку. Результаты мониторинга экологического состояния прудов показали, что воды прудов являются умеренно загрязненными, альфамезосапробными.

**Ключевые слова:** городские водоемы, антропогенное воздействие, экологическое состояние, биогенные вещества, кислород, перманганатная окисляемость.

**N.A. Tsoupikova, T.A. Bernikova, E.N. Blotskaya, E.A. Riabtseva**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru*

### **ECOLOGICAL CONDITION OF THE VERKHNY-NIZHNY PONDS SYSTEM (KALININGRAD) AS RECREATIONAL FACILITY IN URBAN AREA**

A modern densely populated city is in desperate need of spaces providing its residents a possibility for short-term recreation. One of such places in the city of Kaliningrad is the Verkhny-Nizhny tandem reservoir system. It is located in the city center with heavy traffic and acute air contamination. These reservoirs suffer quite severe human pressure. The results of environmental monitoring showed that water in the reservoirs is moderately polluted and alfamesosaprobic.

**Key words:** urban water bodies, anthropogenic impact, ecological condition, nutrients, oxygen, permanganate value

Жители урбанизированных территорий подвержены постоянному психоэмоциональному давлению, вызываемому ускоренным и перегруженным ритмом жизни. Гармоничное устойчивое развитие урбанизированного пространства требует обеспечения высокого качества городской среды. Проблему могут решить рекреационные возможности городских территорий – парков, скверов, берегов водоемов и водотоков и прочих внутригородских резортов, т. е. таких участков окружающей среды, находясь в пределах которых, люди могут улучшить свое физиологическое и психологическое состояние, восстановить трудоспособность [1].

В то же время, водоемы урбанизированных территорий, обычно небольшие, часто рукотворные, подвергаясь все большей антропогенной нагрузке, становятся одними из наиболее уязвимых элементов городского ландшафта, нередко теряя способность к самоочищению. Тем не менее, водные объекты продолжают выполнять в городах разнообразные и очень важные природные и обусловленные потребностями города функции: микроклиматическую, эколого-биологическую, санитарную, рыбохозяйственную, водохозяйственную, инженерную, культурно-историческую, декоративную, рекреационную и т.п. Водоемы, реки, ручьи формируют ландшафтный облик городов, будучи неотъемлемыми элементами ландшафтно-архитектурных сис-

тем населенных пунктов, осуществляют отвод поверхностного и дренажного стока. Состояние водных объектов во многом определяет социально-экономическую и эстетическую привлекательность городской среды.

Для городского округа «Город Калининград» особое значение имеет бассейн пруда Верхнего, охватывающий значительную территорию. Пруд принимает сток двух ручьев и реки, два ручья из него вытекают. Кроме того, воды пруда через дюкер поступают в пруд Нижний, из которого через подземный водовод вода сбрасывается в р. Преголю (главная водная артерия города, водоток высшей рыбохозяйственной категории). Морфологические данные прудов приведены в таблице.

Таблица

**Морфометрические характеристики прудов [2]**

Название пруда	Площадь, га	Длина, м	Ширина, м
Верхний	41,1	900	100–390
Нижний	9	1200	55–90 м

Пруд Нижний – самый старый из искусственно созданных прудов города, сохранившийся до настоящего времени, он заложен в 1256 г. Пруд Верхний – моложе, создан в 1270 г., использовался для разведения рыбы. В настоящее время бассейн пруда Верхнего является существенным элементом антропогенного ландшафта, формирует особенности парковой и городской архитектуры, выполняет рекреационную функцию. На берегах и в непосредственной близости от прудов расположены Калининградский областной историко-художественный музей, Дворец творчества детей и молодежи, здание «ГТРК Калининград», памятник Александру Маринеско (на берегу пруда Нижнего); оборонительные башни (Дона – в ней расположен Музей янтаря – и Врангель), парк «Юность» (у пруда Верхнего). Набережные прудов характеризуются высокой рекреационной посещаемостью, сопряженной с возникновением большого количества объектов туристической инфраструктуры. Акватория прудов и прилегающие участки водосборного бассейна являются местом обитания и часто гнездования различных видов птиц (лебеди, чайки, кряквы, лысухи). На площади бассейна представлены растения, включенные в «Красную книгу планеты» (гинкго двлопастный), в «Красную книгу России» (виноград девичий триостренный, птерокария сумахолистная, сосна кедровая европейская, сирень венгерская, яблоня Сиверса «Глория», кизильник блестящий), и охраняемые на территории Калининградской области (жарновец метельчатый) [3]. В самих прудах и некоторых ручьях водится рыба (караси, лини, окуни и др.) – объект любительского лова.

Муниципальные власти делают определенные шаги по улучшению экологической обстановки на водоемах городского округа. Проведена масштабная реконструкция зоны отдыха вокруг Верхнего пруда. В комплексе с благоустройством парка «Юность» был реконструирован и облагорожен пруд Верхний: очищено дно водоема, сопровождавшееся вывозом нескольких сотен тысяч кубометров илистых отложений, затампонированы несанкционированные выпуски непосредственно в пруд и врезки в дренажную канализацию, на берегах обустроены променады, появились некоторые новые элементы рекреационной инфраструктуры (прокат катамаранов, летние кафе и пр.). Введено в эксплуатацию некогда знаменитое водосбросное сооружение из пруда Верхнего в пруда Нижний – «Каскады Замкового пруда». В то же время, следует отметить, что водотоки, питающие пруд Верхний, загрязнены, замусорены, захламлены, являются приемниками ливневой, промышленной и бытовой канализации. За последние годы многие источники стоков в притоки переключены на локальные очистные сооружения или на общегородскую канализацию, более ста выпусков выявлены и находятся под контролем. Долгие годы на высоком северном берегу пруда Нижнего располагался плохо обустроенный общественный туалет, сильно загрязняющий грунтовые воды, рядом находился ликероводочный завод, вносящий свой вклад в загрязнение водоема. В результате северная часть пруда, особенно перед дамбой, затрудняющей водообмен с его остальной частью, оказалась сильно эвтрофированной. На дне накопились загрязненные донные отложения, вызывающие постоянное вторичное загрязнение.

В такой ситуации необходимость мониторинга экологического состояния прудов не вызывает сомнений. Эта работа проводится студентами и преподавателями кафедры ихтиологии и экологии КГТУ, изучается содержание растворенного кислорода, биогенных веществ, величины перманганатной окисляемости, некоторых других показателей.

Рассматриваемые в работе данные собраны в ходе ежемесячных исследований, проводимых в 2015–2016 гг. На пяти станциях в пруду Верхнем и трех станциях в пруду Нижнем в поверхностном слое измерялась температура, величина pH и отбирались пробы воды (рис. 1). Гидрохимический анализ проводился в лаборатории КГТУ по стандартным методикам. Приводимые в работе графики и диаграммы составлены по данным, осредненным по станциям отдельно для каждого пруда. Анализ собранного материала показал следующее.

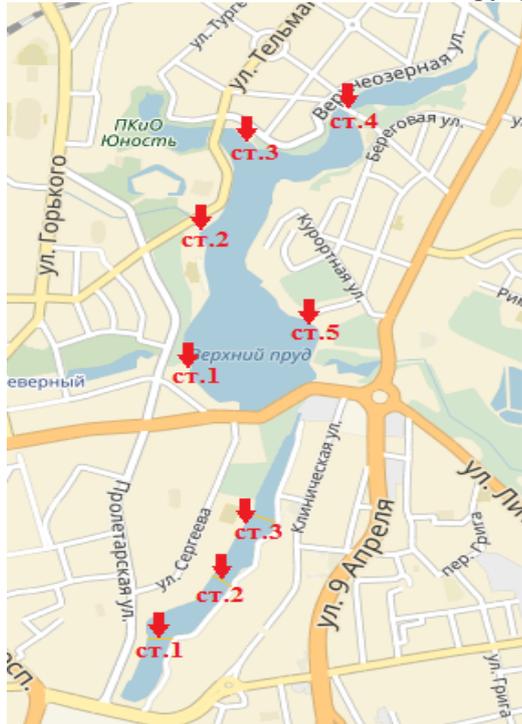


Рис. 1. Схема расположения станций на пруду Верхнем и пруду Нижнем

Кислородные условия характерны для сильно эвтрофированных водных экосистем: дефицит (40–45%) в осенне-зимний период и перенасыщение (120–140%) летом. Последнее обусловлено активной фотосинтезирующей деятельностью фитопланктона и высшей подводной растительности. Дефицит кислорода отмечен и в теплый период в жаркую безветренную погоду. Так, в мае 2015 г. насыщенность воды кислородом падала до 42%. В целом концентрация кислорода в рассматриваемый период изменялась в пределах 13–4 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 2), порой опускаясь практически до нижнего предела ПДК [4]. Сезонность почти не выражена. Содержание кислорода в меньшем по площади и более мелком пруду Нижнем несколько ниже, чем в пруду Верхнем.

Перманганатная окисляемость в соответствии с классификацией [5] изменялась от средней (6–8 мгО/дм<sup>3</sup>) до повышенной (до 20 мгО/дм<sup>3</sup>). Окисляемость воды в пруду Нижнем (за исключением июня и августа 2016 г.) заметно ниже, чем в пруду Верхнем (рис. 3). Сезонность также выражена слабо.

Перманганатная окисляемость в соответствии с классификацией [5] изменялась от средней (6–8 мгО/дм<sup>3</sup>) до повышенной (до 20 мгО/дм<sup>3</sup>). Окисляемость воды в пруду Нижнем (за исключением июня и августа 2016 г.) заметно ниже, чем в пруду Верхнем (рис. 3). Сезонность также выражена слабо.

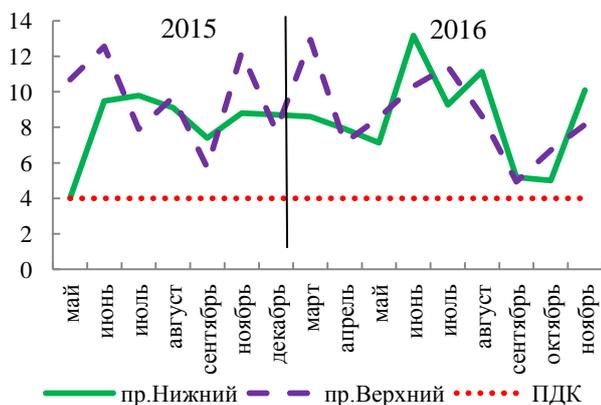


Рис. 2. Содержание растворенного кислорода, мг/дм<sup>3</sup>

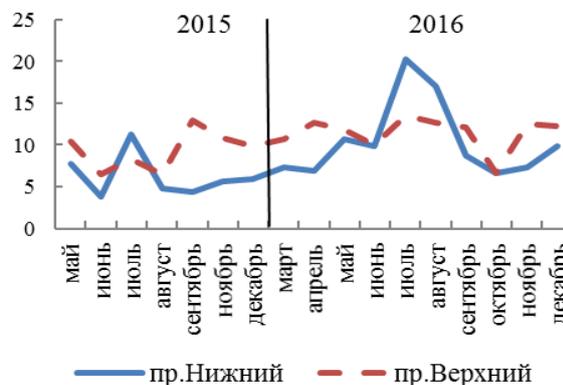


Рис. 3. Динамика перманганатной окисляемости, мгО/дм<sup>3</sup>

Содержание соединений азота оценивалось по величине азота аммонийного и нитрит-ионов. Концентрация азота аммонийного почти всегда превышала ПДК, но в пруду Нижнем она была чуть ниже, чем в Верхнем (рис. 4).

Нитрит-ионы обнаружены в больших количествах (до 0,13–0,53 мг/дм<sup>3</sup>), выходящих за рамки ПДК в пруду Верхнем в июне и ноябре, в пруду Нижнем – в июле и в августе (0,53 мг/дм<sup>3</sup>).

Концентрация фосфора фосфатов тоже часто превышала ПДК. Годовой ход нарушен, особенно в 2015 г., когда максимум наблюдался весной, а минимум – в осенне-зимние месяцы (рис. 5).

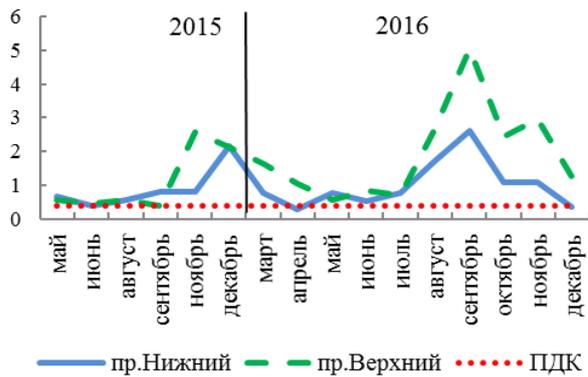


Рис. 4. Содержание азота аммонийного,  $\text{mgN}/\text{dm}^3$

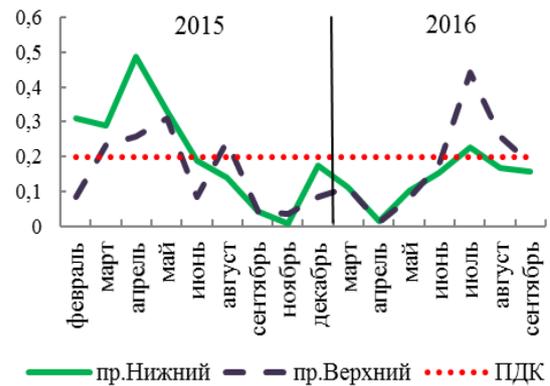


Рис. 5. Содержание фосфора фосфатов,  $\text{mgP}/\text{dm}^3$

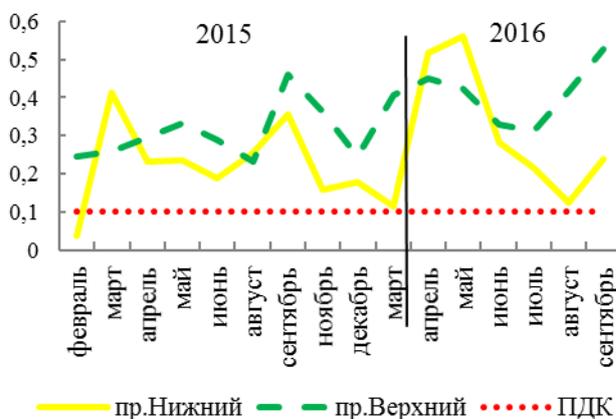


Рис. 6. Содержание железа общего,  $\text{mgFe}/\text{dm}^3$

Много в водах прудов растворено железа, концентрация которого почти всегда в разы превышала ПДК (рис. 6). Повышенное содержание железа можно объяснить существенной долей грунтовых вод, обогащенных железом (это характерно для Калининградской области [6]), в водном питании мелководных прудов.

В заключение следует подчеркнуть следующее. Наблюдения 2015–2016 гг. подтвердили сделанное нами ранее (в восьмидесятые-девяностые годы) заключение о трофическом статусе системы пруд Верхний – пруд Нижний. Водоемы эвтрофные, по классу сапробности – альфамезосапробные (воды пруда Верх-

него по содержанию азота аммонийного – полисапробные) в соответствии с ГОСТ 17.1.2.04-77 [7]. Какие-либо определенные и устойчивые различия в гидрохимических условиях ни по годам, ни между прудами не обнаружены.

Сезонность в годовом ходе всех элементов не просматривается или нарушена. С одной стороны, это легко объяснимо небольшими размерами и малыми глубинами водоемов, что резко снижает возможность самоочищения. Такие водные объекты весьма чувствительны к любому внешнему воздействию, включая изменения погодных условий.

Высокий уровень содержания органических (величина перманганатной окисляемости) и биогенных веществ свидетельствуют о загрязнении. В пруд Верхний поступает загрязненная вода впадающих в него водотоков, в пруду Нижнем, кроме того, может проявляться вторичное загрязнение.

Реконструкция и облагораживание берегов и прилегающих территорий, глубокая очистка самих водоемов превратили рассматриваемую систему прудов в объект рекреации (нужно заметить, что такие же резорты созданы в самые последние годы еще на одном небольшом городском пруду – пруду Поплавок, и на части правой набережной р. Преголи). Все эти объекты теперь отличаются высокой и очень высокой рекреационной посещаемостью, у пруда Верхнего проводятся различные спортивные и культурные мероприятия (День Молодежи, парусная регата и др.), их берега активно используются для любительского рыболовства.

Тем не менее, отдельные мероприятия, направленные на улучшение экологического состояния внутригородских водных объектов, не дают устойчивого значительного эффекта – необходимо разработать комплексную программу по оздоровлению и сохранению водоемов города, предусматривающую санацию всего водосборного бассейна системы прудов Верхнего и Нижнего. Необходимо добиваться неукоснительного выполнения законодательства по охране водных

объектов, ужесточив наказание за нарушение его требований. Провести механическую очистку берегов и русел ручьев. Осуществлять систематический мониторинг состояния водной среды. Устойчивое развитие городской среды немыслимо без полноценного использования ее водного пространства, сохранения и органичного включения водных объектов в архитектурно-планировочную структуру города.

### **Литература**

1. Суздалева А.Л., Безносков В.Н., Суздалева А.А. Экологические и социально-экологические основы проектирования городских резортов // Экология урбанизированных территорий. – 2012. – № 3. – С. 29–34.
2. Водоемы Калининградской области [Электронный ресурс]. – URL: [http://gossmi.ru/page/gos1\\_72.htm](http://gossmi.ru/page/gos1_72.htm) (дата обращения: 29.01.2017).
3. Берникова Т.А., Цупикова Н.А., Нагорнова Н.Н. Роль водных объектов в обеспечении устойчивого развития городской среды (на примере бассейна пруда Верхнего в г. Калининграде) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 4. – С. 97–106.
4. Об утверждении методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Федерального агентства по рыболовству от 04.08.2009 г. № 695 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2009. – № 43.
5. Алекин О.А. Основы гидрохимии: Учеб. пособие для студ. гидрометеорологических ин-тов и гос. ун-тов / О.А. Алекин. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
6. Подземные воды Калининградской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://geodis39.ru/groundwaterhydro.html> (дата обращения: 28.08.2017).
7. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – С. 51–62.

УДК 502.51(556.55:470.26)"2016"

**Н.А. Цупикова, Е.А. Лозицкая**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru*

**ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ  
НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРУДА ПЕЛАВСКОГО  
(Г. КАЛИНИНГРАД) В 2016 Г.**

В представленной работе описываются результаты экологического мониторинга, проводившегося в 2016 г. на одном из официальных купальных водоемов г. Калининграда – пруду Пелавском. Основной целью исследования является изучение экологического состояния пруда для выявления и предупреждения возможных неблагоприятных последствий активной антропогенной нагрузки. К контролируемым показателям воды относятся растворенный кислород, перманганатная окисляемость, биогенные вещества.

Использование пруда Пелавского в рекреационных целях носит сезонный характер. Объектом массового отдыха он является в период с погодными условиями, благоприятными для купания. Летом 2016 г. для оценки рекреационной нагрузки были проведены натурные наблюдения за состоянием зоны отдыха и предварительно оценен объем биогенных веществ, поступающих в воду пруда от отдыхающих. Наблюдения проводились как в будние, так и в выходные дни. Полученные результаты биогенной нагрузки от купающихся сопоставлены с годовым ходом некоторых гидрохимических показателей.

**Ключевые слова:** купальные водоемы, рекреационная нагрузка, экологический мониторинг, гидрохимическая характеристика.

**N.A. Tsoupikova, E.A. Lozitskaya**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru*

**ENVIRONMENTAL IMPACT OF RECREATION ON THE CONDITION  
OF THE PELAVSKY POND (KALININGRAD) IN 2016**

The article describes the results of environmental monitoring of the Pelavsky Pond in 2016 which is one of the official bathing water bodies in the city of Kaliningrad. The main objective of the research was to study environmental situation in the pond for detecting and preventing possible adverse effects related to human activities. Main indicators included dissolved oxygen, permanganate value and nutrients.

Recreational use of the Pelavsky is seasonal. It becomes a popular object of mass leisure only during the period of favorable weather conditions for swimming. In the summer of 2016 we performed field studies to assess the general condition of the recreation area and its facilities as well as to pre-estimate an amount of nutrients entering the water from swimming people. Observations were carried out both on weekdays and weekends. The obtained results of nutrient load from swimming people were compared to the seasonal change of some hydrochemical indicators.

**Key words:** bathing water bodies, recreational load, environmental monitoring, hydro-chemical characteristics

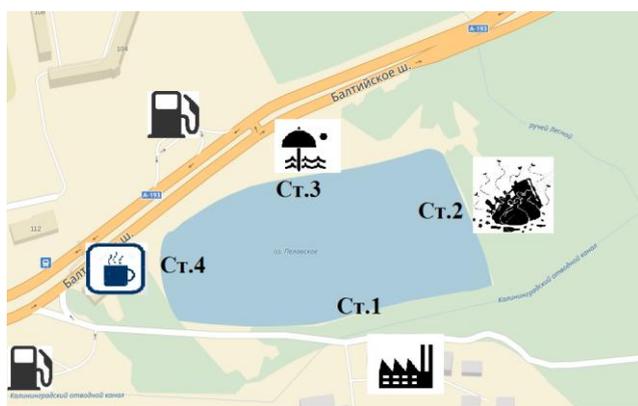
В современных городах, особенно крупных, в условиях уплотняющейся застройки и усиления психологического давления, возрастает потребность во внутригородских зонах кратковременного отдыха, особенно для менее подвижной части населения (дети, пенсионеры). Отдых на берегах водоемов и в связанных с ними парках и скверах является одной из наиболее привлекательных возможностей для населения городов, что обуславливает рост рекреационного спроса на акваториальных комплексах. Водные экосистемы являются важными элементами город-

ского ландшафта и играют важную роль в функционировании урбанизированных территорий: выполняют архитектурно-эстетическую, рыбохозяйственную, эстетическую, рекреационную функцию, служат для создания запасов воды, водоснабжения населения и др.

В г. Калининграде насчитывается несколько сот водоемов, большинство которых имеют искусственное происхождение. В основном, это пруды двух типов: копаные и подпрудные. Большая их часть имеет очень небольшой размер: площадь водного зеркала не превышает 1000 м<sup>2</sup>, многие даже не имеют названий. К средним прудам с площадью от 2 до 10 га [1] можно отнести Пелавский, Филиппов, Поплавок, Нескучный, Нижний, Школьный и др.

Из этого множества купальными являются всего три, до недавнего времени четыре: Пелавский, Карповское, Голубые. Ежедневно, особенно по выходным дням, большое число горожан отдыхает на этих городских прудах. Концентрация посетителей на них довольно велика, а небольшие водоемы хуже справляются с интенсивной антропогенной нагрузкой.

Объектом исследования выступает пруд Пелавский, расположенный на юго-западной



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:



Рис. 1. Расположение станций и основных объектов на пруду Пелавском

Неподалеку от пруда расположены две автозаправочные станции. В 30 м от берега с южной стороны находится огороженная территория животноводческого завода ООО «Откормочное», между ней и берегом – кострища, с западной стороны – кафе. На восточном берегу, на расстоянии около 40 м, было обнаружено место скопления мусора (необорудованная, несанкционированная свалка, существующая постоянно). Для любительского рыболовства (на удочку) местные жители обычно используют восточную часть пруда. К северу от водоема в 30–70 м проходит оживленная автотрасса, в летнее время на северном берегу оборудуется зона отдыха.

Длина пляжа составляет около 250 м. Пляж травянистый, в летнее время коротко стриженный. На время купального сезона в зоне отдыха устанавливают знаки с дополнительной информацией (правила поведения на воде, запрещающие знаки), спасательный пост, дополнительные мусорные баки, биотуалеты, раздевалки; выделяют зону для купания детей, в целях безопасности ставят буйки.

В целях оценки рекреационной нагрузки на водоем на основе натуральных наблюдений летом 2016 г. был выполнен подсчет отдыхающих в разные дни недели и произведена оценка степени соответствия пруда и пляжа действующим нормативам для купальных водоемов (табл. 1) [2].

Место оказалось очень популярным среди горожан, о чем свидетельствует большое количество рекреантов (более 200 человек при длине пляжа около 250 м). Не было замечено ни одной машины на берегу пруда. Все автомобили располагались вдоль Балтийского шоссе и по дороге вдоль восточного берега (расстояние до уреза воды – около 30 м). На пляже имеется спасательная станция, на воде постоянно находилась лодка с работниками спасательной службы. Перед

окраине города Калининграда. Пруд непроточный, имеет почти правильную округлую форму (коэффициент извилистости – 1,11). Согласно расчетам авторов, его длина 330 м, максимальная ширина (153 м) незначительно отличается от средней (около 150 м). Площадь водного зеркала составляет 5 га, протяженность береговой линии 880 м (рис. 1).

Как показали результаты промеров, выполненных с помощью эхолота «SimbiaCPS-200» осенью, при нормальном уровне воды в пруду, его средняя глубина составляет 5,6 м, максимальная – 8,5 м. В водном питании пруда значительную часть составляют атмосферные осадки, в межень – подземные воды.

По берегам пруда с трех сторон кустарники, с двух – крупные деревья. Берега с южной и восточной сторон умеренно крутые, с северной стороны берег пологий. Дно пруда с западной и южной стороны преимущественно илистое, с северной и восточной песчанистое.

началом купального сезона дно пруда предварительно было очищено водолазами в начале мая 2016 г., а также было подготовлено место для купания детей. Пляж оборудован биотуалетами (3 шт.) и кабинками для переодевания. Количество урн оказалось недостаточным для такого потока людей (две небольших урны и один контейнер), в связи с чем появились мусорные кучи на территории, прилегающей к водоему.

Таблица 1

Состояние пляжа пруда Пелавского во время купального сезона 2016 г.

Показатель	Оценка
Количество отдыхающих (за час)	180–300
Соответствие площади водного объекта количеству отдыхающих	да
Наличие спасательной службы	да
Очистка дна водолазами	да
Наличие щитков с правилами и спасательными кругами	да
Биотуалеты	3 шт.
Кабинки для переодевания	да
Урны (расстояние не более 100 м)	нет
Ограничение границы заплыва буями	да
Участки акватории для купания детей	да
Душ	нет
Наличие баков с питьевой водой или фонтанчиков от водопроводной сети	нет
Количество машин	70–120

На западном берегу в течение всего периода наблюдений постоянно обнаруживалось наибольшее количество мусора (оконные рамы, автомобильные колеса, бутылки, деревянные балки и т. д.). Вода в этой части пруда зацвела уже в марте, при этом рост биомассы водной растительности продолжался и в летние месяцы, в отличие от других участков водоема, где цветение было не таким активным или вовсе не было отмечено.

Согласно данным архива погоды [3] в течение официального купального сезона 2016 г. общее число благоприятных для отдыха дней (с температурой воздуха более 20° и без осадков) в г. Калининграде составило 41 (табл. 2.).

Таблица 2

Число благоприятных для пляжного отдыха дней за период июнь-август в 2016 г.

Месяц	Июнь	Июль	Август	Всего
Число дней	13	18	10	41

Время нахождения отдыхающих на данном пляже не регулируется, но наиболее благоприятные условия для купания складываются приблизительно с 10.00 до 18.00, т. е. время, в течение которого акватория подвержена рекреационному воздействию, равняется 8 часам. Учитывая, что во время одного купального сезона в водоем поступает в расчете на одного отдыхающего 6,5 г фосфора и 70 г азота [4], количество биогенных веществ, попавших в воды пруда Пелавского от купающихся за лето 2016 г., составило более 7 кг  $P_{\text{общ}}$  и не менее 15 кг  $N_{\text{мин.}}$ . Для того, чтобы водоем мог справиться с этими загрязнителями путем самоочищения, на одного купающегося должно приходиться в среднем не менее 160–200 м<sup>2</sup> водной поверхности [4], что как раз приблизительно и соответствует текущей ситуации на пруду Пелавском.

Для контроля экологического состояния водоема осуществляется ежемесячный мониторинг некоторых гидрологических, гидрохимических показателей (растворенный кислород, перманганатная окисляемость, биогенные вещества) и фитопланктона на четырех прибрежных станциях. Определяемые в ходе лабораторного гидрохимического анализа вещества довольно равномерно распределены по площади пруда, поэтому данные, приведенные на графиках, осреднены по четырем станциям.

Для концентрации минерального фосфора в течение всего 2016 г. характерен правильный сезонный ход: в период вегетации она снижалась до минимальных значений, в зимние месяцы достигла максимума. В конце весны уровень фосфатов упал до уровня «следы», что свидетельствует об интенсивности протекающего в воде фотосинтеза. Превышения допустимых концентраций для водоемов культурно-бытового использования (3,5 мг P/дм<sup>3</sup>) [5] не выявлено (рис. 2).

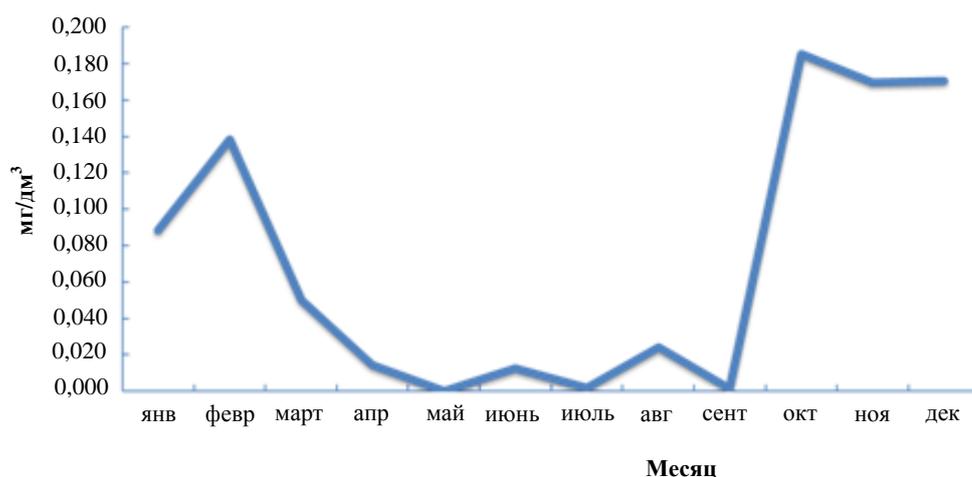


Рис. 2. Содержание фосфора фосфатов, 2016 г., мгP/дм<sup>3</sup>

Содержание аммонийного азота в пруду Пелавском отличается сложностью. Максимальное значение во всех точках отбора проб отмечено в декабре (более 5 мг/дм<sup>3</sup>), минимальное – в феврале-марте (около 0,2 мг/дм<sup>3</sup>). В половине случаев его концентрация не соответствуют нормам для культурно-бытовых водоемов (1,5 мг N/дм<sup>3</sup>), в отдельные месяцы превышая предельные значения более чем в три раза (рис. 3).

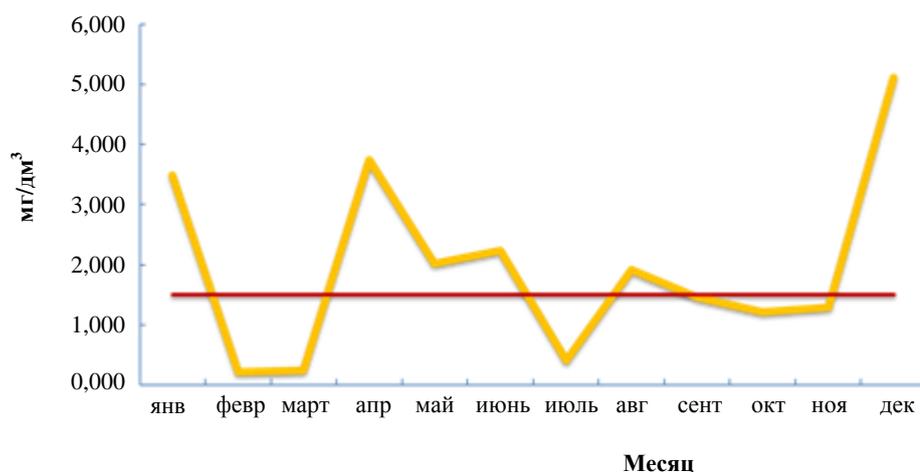


Рис. 3. Содержание азота аммонийного, 2016 год, мг N/дм<sup>3</sup>

Содержание нитритного азота в течение всего года достаточно низкое, однако его динамика не соответствует нормальному годовому ходу. Наибольших значений этот показатель достигает не только в летние месяцы, но также и в зимнее и осеннее время.

Повышенные концентрации растворенных биогенных веществ в пруду, вероятно, послужили причиной обильного цветения воды на станциях, расположенных на южном берегу пруда – у завода, и на западном – у кафе, что существенно снижает эстетическую и рекреационную ценность водоема и в будущем может сделать водоем непригодным для купания.

Вследствие увеличения биомассы водной растительности при таком цветении образуется избыток органических соединений, и качество воды снижается, усиливается эвтрофикация водоема. Показателем, косвенно характеризующим количество легко окисляемых органических веществ в воде, является перманганатная окисляемость. В пруду Пелавском ход перманганатной окисляемости в течение года не выражен, изменяется скачкообразно и за период наблюдений колебался от менее 3 до почти 10 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 4). По величине перманганатной окисляемости воды пруда Пелавского по классификации О.А. Алекина относятся к категории «средних» [6].

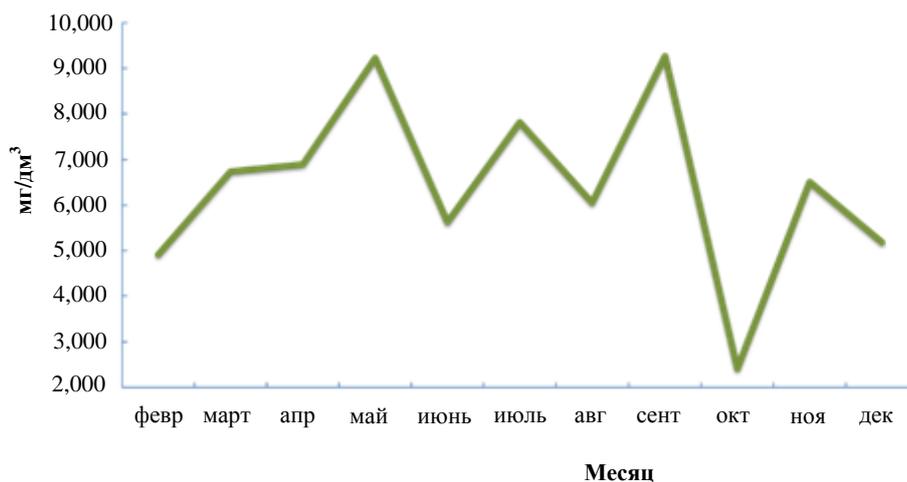


Рис. 4. Динамика перманганатной окисляемости, 2016 г., мгО/дм<sup>3</sup>

Таким образом, пруд Пелавский – средний по площади водного зеркала (5 га) и по глубине (средняя глубина – 5,6 м, максимальная – 8,5 м), один из немногих водных объектов города, на которых официально разрешено купание. Небольшие размеры и непроточность водоема обуславливают сниженную способность к самоочищению, но в то же время создаются условия для перемешивания загрязняющих веществ.

Побережье и акватория пруда испытывают значительную рекреационную нагрузку, по результатам наблюдений число отдыхающих варьировало в пределах 180–300 чел./час при небольшой длине пляжа (250 м). Важным недостатком благоустройства территории пляжа стала нехватка урн для мусора, в результате чего отходы просто складировались на площади водосбора. В течение купального сезона 2016 г. в воды пруда Пелавского поступило от отдыхающих более 7 кг общего фосфора и не менее 15 кг минерального азота. Однако анализ сезонного хода химических веществ показал, что, несмотря на активное рекреационное использование пруда в летний период, пиковых значений биогенных элементов в соответствующие месяцы не наблюдалось. Следовательно, биогенная нагрузка от пляжного отдыха и купания является не единственным и не главным источником загрязнения, и необходимо также учитывать их поступление со всей территории водосборного бассейна.

Концентрация аммонийного азота превышала нормы для культурно-бытовых водоемов, иногда – более чем в три раза. Выявлено нарушение правильного годового хода нитритного азота, перманганатной окисляемости, что, как правило, свидетельствует о загрязнении водоема. Избыток биогенных веществ стимулирует эвтрофирование водоема, которое может неблагоприятно сказаться на санитарном состоянии объекта и изменить его трофический статус.

### Литература

1. Мишон В.М. Функционально-генетическая классификация прудов Центрального Черноземья // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – Воронеж, 2003. – № 3 – С. 23–32.
2. Об утверждении порядка классификации объектов туристской индустрии, включающих гостиницы и иные средства размещения, горнолыжные трассы и пляжи, осуществляемой аккредитованными организациями: Приказ Министерства культуры Российской Федерации от 11 июля 2014 г. № 1215 // Рос. газ. – 2015. – 6 февраля.
3. Архив погоды в Калининграде [Электронный ресурс]. – URL: [http://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Калининграде](http://rp5.ru/Архив_погоды_в_Калининграде) (дата обращения: 20.01.2017).
4. Кондратов С.И., Купрюшин А.П., Чудаков А.А. Создание искусственных водоемов для рекреации // Вестник Воронежского гос. техн. ун-та. – 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 127–129.
5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»: Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03, утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ, 27.04.2003 г.
6. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.

**СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ  
И ИХ АДРЕСА**

**КГУП «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

**ФГБНУ «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

**Северный филиал ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича»**

163002, г. Архангельск, ул. Урицкого, 17

Тел.: (8182) 68-26-32

E-mail: andr@pinro.ru

**ФГБНУ «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 ВО «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

**ФГБНУ «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

**ФГБНУ «Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (КамчатНИРО)**

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

Тел./факс: (415-2) 41-27-01

E-mail: kamniro@kamniro.ru

**ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (КубГУ)**

350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

Тел.: (861)219-95-01

Факс: (861)219-95-17

E-mail: rector@kubsu.ru

**Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН»  
(КФ ТИГ ДВО РАН)**

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, 6

Тел.: (4152) 424740

Факс: (4152) 412464

E-mail: kftigkamchatka@mail.ru

**Южный научный центр Российской академии наук (ЮНЦ РАН)**

344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41

Тел.: (863)266-64-26

E-mail: ssc-ras@ssc-ras.ru.

**ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного  
и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга» (ГосНИОРХ)**

199053, г. Санкт-Петербург, набережная Макарова, 26

Тел.: (812) 400-01-77

Факс: (812) 400-01-78

E-mail: niorh@niorh.ru

**ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» (АзНИИРХ)**

344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в

Тел.: (863) 262-48-50

Факс: (863) 262-05-05

E-mail: info@azniirkh.ru

**ООО «Научно-производственная компания «Морская информатика»  
(ООО НПК «Моринфо»)**

183010, г. Мурманск, ул. Декабристов, 1

Тел.: (8152) 45-36-08

**ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А.Тимирязева» (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)**

127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Тел: 8(499) 976-0480

Факс: 8(499) 976-0428

E-mail: info@timacad.ru

**Краснодарское отделение ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства»**

350000, г. Краснодар, ул. Гоголя, 46 – 1, 2 этаж

Тел.: (861) 259-30-03

Факс: (861) 259-30-42, +7 (861) 259-28-49

E-mail: aznwrh\_krd@mail.ru

**ФГБНУ «Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии» (МагаданНИРО)**

685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 36/10

Тел.: (4132) 607186

Факс: (4132) 607419

E-mail: magadanniro@magadanniro.ru

**ФГБНУ «Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН»  
(НИГТЦ ДВО РАН)**

683002, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30, а/я 56  
тел./факс: (41522) 9-26-39  
E-mail: nigtc@kscnet.ru

**ФГБУН «Институт биологических проблем Севера ДВО РАН» (ИБПС ДВО РАН)**

685000, г. Магадан, ул. Портовая, 18  
Тел.: (4133)634463  
Факс: (4132)634463  
E-mail: office@ibpn.ru

**АО «Камчатгеология»**

683016, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Беринга, д.104а  
Тел.: (4152) 23-96-04, (4152) 23-91-00  
Факс: (4152) 23-91-84  
E-mail: kamchatgeo@rusgeology.ru

**Всемирный фонд дикой природы в России**

109240, г. Москва, ул. Николоямская, д. 19, стр. 3,  
Тел.: (495) 727-09-39  
Факс: (495) 727-09-38  
E-mail: russia@wwf.ru

**Дальневосточный федеральный университет**

690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8  
Тел.: (423) 265-24-29  
Факс: (423) 243-23-15  
E-mail: rectorat@dvmfu.ru

**ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева» (КГПУ им. В.П. Астафьева)**

660049, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89  
Тел./факс: (391) 217-17-17  
E-mail: ksru@ksru.ru

**ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов»  
(НИИЭРВ)**

660049, г. Красноярск, ул. Парижской Коммуны, 33  
Тел./факс: (391) 227-23-48  
E-mail: nii\_erv@mail.ru

Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова

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

*Материалы*

*VIII Всероссийской научно-практической конференции,  
посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке  
(12–14 апреля 2017 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 05.04.2017 г.  
Формат 61\*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 16,53. Уч.-изд. л. 16,89. Усл. печ. л. 17,44  
Тираж 200 экз. Заказ № 9

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35