

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

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

*Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции  
(20–22 марта 2018 г.)*



Петропавловск-Камчатский  
2018

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск

*Н.Г. Клочкова,*  
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*В.И. Карпенко, д.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.; Е.Г. Лобков, д.б.н.;  
М.В. Ефимова, к.б.н.; Н.С. Салтанова, к.т.н.; В.П. Сивоконь, д.т.н.;  
Н.А. Ступникова, к.б.н.; О.В. Ольхина; М.П. Гузь*

П77

**Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование** : материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (20–22 марта 2018 г.) / отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2018. – 178 с.

ISBN 978-5-328-00374-2

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 978-5-328-00374-2

© КамчатГТУ, 2018  
© Авторы, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Прийдун В.И., Карпенко В.И., Михайлова Е.Г.</b> Природные ресурсы Камчатского края и перспективы их рационального использования.....	6
--	---

### Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

<b>Афейчук Л.С.</b> Межгодовая динамика ресурсов анадары Броутона ( <i>Anadara broughtonii</i> ) в промысловых скоплениях залива Петра Великого (Японское море) .....	15
<b>Борисовец Е.Э., Соколенко Д.А., Незамутдинова Ю.О.</b> Размерный состав <i>Protothaca adamsii</i> (Bivalvia, Veneridae) в поселениях залива Петра Великого (Японское море).....	20
<b>Жильцова Л.В.</b> Состояние локального скопления неприкрепленной бурой водоросли <i>Sargassum pallidum</i> на поле анфельдии в проливе Старка (залив Петра Великого, Японское море) .....	25
<b>Захарова О.А.</b> Биологическая характеристика и современные представления о состоянии запасов западно-камчатской симы <i>Oncorhynchus masou</i> .....	29
<b>Зудина С.М.</b> Современное состояние промысла и размерная характеристика морских окуней в водах восточной Камчатки .....	33
<b>Исаева О.М., Ковех А.Р., Самойленко К.А.</b> Описание привлекательности классических вкусовых веществ для молоди кижуча и чавычи .....	37
<b>Кашутин А.Н., Климова А.В.</b> Динамика роста <i>Fucus distichus</i> subsp. <i>evanescens</i> (Phaeophyceae, Fucales) в Авачинской губе в 2017 г. ....	42
<b>Климова А.В., Клочкова Т.А., Клочкова Н.Г.</b> Выращивание рассады ламинариевой водоросли <i>Saccharina bongardiana</i> в искусственных условиях.....	47
<b>Кривопускова Е.В.</b> Влияние рекреационной нагрузки на экологическое состояние российской прибрежной части акватории озера Виштынецкого в летний период .....	50
<b>Кривопускова Е.В., Соколов А.В.</b> Современное состояние популяции европейской ряпушки ( <i>Coregonus albula</i> , L) в озере Виштынецком (Калининградская область) .....	55
<b>Кузнецова А.В., Бонк А.А.</b> Результаты биологического анализа молоди кеты Николаевских ключей (река Тихая, бассейн реки Паратунка) в 2017 г.....	60
<b>Курбанова Л.В.</b> Флора микроводорослей в планктоне Авачинской губы по материалам 2017 г. ....	64
<b>Максименков В.В.</b> Весенний зоопланктон Кроноцкого залива в 2017 г. ....	68
<b>Марковцев В.Г.</b> Результаты деятельности частных лососевых заводов Приморья .....	71

<b>Мычкова А.В., Шибаетова М.Н., Масюткина Е.А.</b>	
Оценка экологического состояния некоторых озер Виштынецкой группы с использованием гидробиологических индексов.....	74
<b>Пушина О.И., Соломатов С.Ф.</b>	
Структура потребления пищевых ресурсов демерсальными рыбами на шельфе Северного приморья (Японское море) в ранневесенний период.....	79
<b>Седова Л.Г., Соколенко Д.А.</b>	
Промысловый запас мидии Грея <i>Crenomytilus grayanus</i> в прибрежье Приморского края (Японское море) .....	84
<b>Седова Л.Г., Соколенко Д.А.</b>	
Распределение мидии Грея <i>Crenomytilus grayanus</i> и модиолуса курильского <i>Modiolus kurilensis</i> в заливе Посыета (залив Петра Великого, Японское море) .....	88
<b>Старцева М.Л., Савенко А.В., Ткачева И.В.</b>	
Влияние кормов на вкусовые качества гонад морских серых ежей <i>Strongylocentrotus intermedius</i> (Agassiz, 1863) .....	93
<b>Цупикова Н.А., Бугранова О.С.</b>	
Влияние самоочищения на качество воды в системе прудов Верхний – Нижний (г. Калининград) летом 2015 г. ....	95
<b>Цупикова Е.С., Саяпина Т.А., Антосюк А.Ю.</b>	
Мониторинг выхода икры-сырца минтая Охотского моря сезона «А» .....	99
<b>Шабуров А.Ю.</b>	
Эколого-географическая характеристика голопланктона Авачинской губы .....	103

## Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА

<b>Арчибисов Д.А., Швецов В.А.</b>	
Обоснование необходимости использования результатов научных коррозионных исследований при ремонте и эксплуатации судов камчатского флота .....	107
<b>Белов О.А.</b>	
Проблемы защиты судов камчатского флота от коррозии и пути их решения .....	110
<b>Белов О.А., Зайцев С.А., Кротенко Д.С.</b>	
Общие принципы расчета и установки подвешиваемой протекторной защиты на судах при долговременном стояночном режиме .....	114
<b>Белов О.А., Швецов В.А.</b>	
К вопросу о повышении экологической безопасности судов при долговременном стояночном режиме .....	119
<b>Крылевский А.В., Труднев С.Ю.</b>	
Разработка и проектирование судовой автоматизированной системы управления водоотливным насосом .....	122
<b>Мырза В.Л., Марченко А.А.</b>	
Проблемы применения преобразователей на основе электрических машин в послеремонтных испытаниях судовых электродвигателей .....	124
<b>Недоступ А.А., Ражев А.О.</b>	
Обзор современных рыбопоисковых приборов для задач компьютерной имитации .....	128
<b>Опрышко Б.А., Головин А.В., Шумилова А.Л.</b>	
Развитие системы мониторинга на месторождениях питьевых подземных вод Камчатского края .....	134
<b>Опрышко Б.А., Фиронов Ю.Н., Швецов В.А., Белавина О.А., Гузь М.П.</b>	
О проблеме истощения источников подземных питьевых вод в Камчатском крае .....	137

<b>Осипов Е.В.</b> Современные технологии промысла лососевых .....	141
<b>Ястребов Д.П.</b> О создании студенческих отрядов на судах камчатского флота .....	146

### Секция 3. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Аминина Н.М., Вишневская Т.И., Епур Н.В., Загородная Г.И.</b> Микробиологическая оценка пищевой продукции из бурой водоросли сахарины японской ( <i>Saccharina japonica</i> ) .....	149
<b>Артюхов И.Л.</b> Выделение ферментов из отходов переработки гидробионтов .....	153
<b>Иваненко Д.Г., Салтанова Н.С.</b> Использование минеральных вод в качестве глазирующей среды при производстве филе нерки мороженого .....	156
<b>Михеева И.В., Гришин А.С., Помоз А.С.</b> Микробиологическая характеристика пресноводных клем – беззубки Жестылевского водохранилища .....	161
<b>Селин Д.М., Салтанова Н.С.</b> Разработка технологии икры лососевой зернистой с добавлением дикоросов.....	165
<b>Ткаченко С.А., Чупикова Е.С., Якуш Е.В.</b> Исследование изменения органолептических свойств мороженой продукции из сардины дальневосточной (иваси) в процессе холодильного хранения .....	170
<b>Чмыхалов Б.А.</b> Возможность применения высокоминерализованных отходов рыбной промышленности для производства снеков .....	174
Список организаций – участников конференции и их адреса .....	178

УДК 502.1(571.66)

**В.И. Прийдун<sup>1</sup>, В.И. Карпенко<sup>2</sup>, Е.Г. Михайлова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края,  
Петропавловск-Камчатский, 683000*

*e-mail: PrijdunVI@kamgov.ru;*

<sup>2</sup>*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003*

*e-mail: karpenko\_vi@kamchatgtu.ru;*

<sup>3</sup>*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН  
Петропавловск-Камчатский, 683000*

*e-mail: rozorop@mail.ru*

### **ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ КАМЧАТСКОГО КРАЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Представлены материалы о современном состоянии основных природных ресурсов в Камчатском крае. Приводятся сведения об уровне их использования в настоящее время и возможных перспективах. Рассмотрены необходимые мероприятия по рациональному использованию невозобновляемых, охране и сохранению продуктивности возобновляемых ресурсов. Дана предварительная экономическая оценка эффективности их использования.

**Ключевые слова:** природные ресурсы суши и водной среды, хозяйственное использование, природно-ресурсный потенциал, экологический риск, инвестиционный потенциал.

**V.I. Prijdun<sup>1</sup>, V.I. Karpenko<sup>2</sup>, E.G. Mikhaylova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Ministry of Natural Resources and Ecology of Kamchatka Krai,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000*

*e-mail: PrijdunVI@kamgov.ru;*

<sup>2</sup>*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003*

*e-mail: karpenko\_vi@kamchatgtu.ru;*

<sup>3</sup>*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000*

*e-mail: rozorop@mail.ru*

### **NATURAL RESOURCES OF KAMCHATKA TERRITORY AND PROSPECTS FOR THEIR RATIONAL USE**

The materials on the current state of the main natural resources in the Kamchatka Territory are presented. The data on the level of their use at the present time and possible prospects are provided. The necessary measures for rational use of non-renewable, protection and preservation of the productivity of renewable resources are considered. A preliminary economic evaluation of the effectiveness of their use is given.

**Key words:** natural resources of land and water environment, economic use, natural resource potential, environmental risk, investment potential.

Камчатка – один из районов с высоким наличием природных ресурсов и малого антропогенного воздействия на состояние природной среды из-за небольшой заселенности и незначительного развития промышленности и сельского хозяйства. Использование природных ресурсов Камчатского полуострова и прилежащих к нему акваторий должно быть рациональным, обеспечивающим потребности и комфортные условия жизни для населения региона.

Основные природные ресурсы включают таковые суши: землю, лес, полезные ископаемые, обитающие на громадной территории животные, и природные источники; а также различные виды водных биоресурсов, воспроизводящиеся в реках и озерах полуострова и обширной акватории двух морей и северо-западной части Тихого океана. Они требуют постоянного мониторинга их состояния и хозяйственного использования, чем занимаются специальные государственные учреждения и организации, некоторые результаты которых представлены в настоящем сообщении.

Настоящее сообщение посвящено современному состоянию природных ресурсов в Камчатском крае, характеристике использования основных из них, и мерам по сохранению и улучшению запасов в ближайшие годы. Основой для работы послужили ежегодные доклады Министерства природных ресурсов и экологии, некоторых других министерств Камчатского края, а также ряда государственных организаций, занимающихся проблемами оценки и использования природных ресурсов края.

## Результаты и обсуждение

### Ресурсы суши

Ресурсы суши включают поверхностные и подземные воды, земли и леса, а также населяющих их животных, которые обеспечивает развитие тех или иных производств региона.

**Поверхностные воды.** По территории Камчатки протекает более 140 тыс. рек общей длиной 359,8 тыс. км; более 112 тыс. озер площадью более 5,8 тыс. км<sup>2</sup>; болота – около 34 тыс. км<sup>2</sup>; а также 414 ледников на площади более 870 км<sup>2</sup>. На территории Камчатки имеются искусственные водные объекты – 3 водохранилища каскада ГЭС на реке Толмачева.

**Подземные воды.** На полуострове значительные запасы подземных вод (ПВ) различного типа и назначения, включают: теплоэнергетические (в том числе природный пар и пароводяная смесь); термо- и холодные минеральные; пресные (питьевые, технические). Наибольшее значение имеют запасы термальных вод, использование которых сохраняется на высоком уровне (рис. 1).

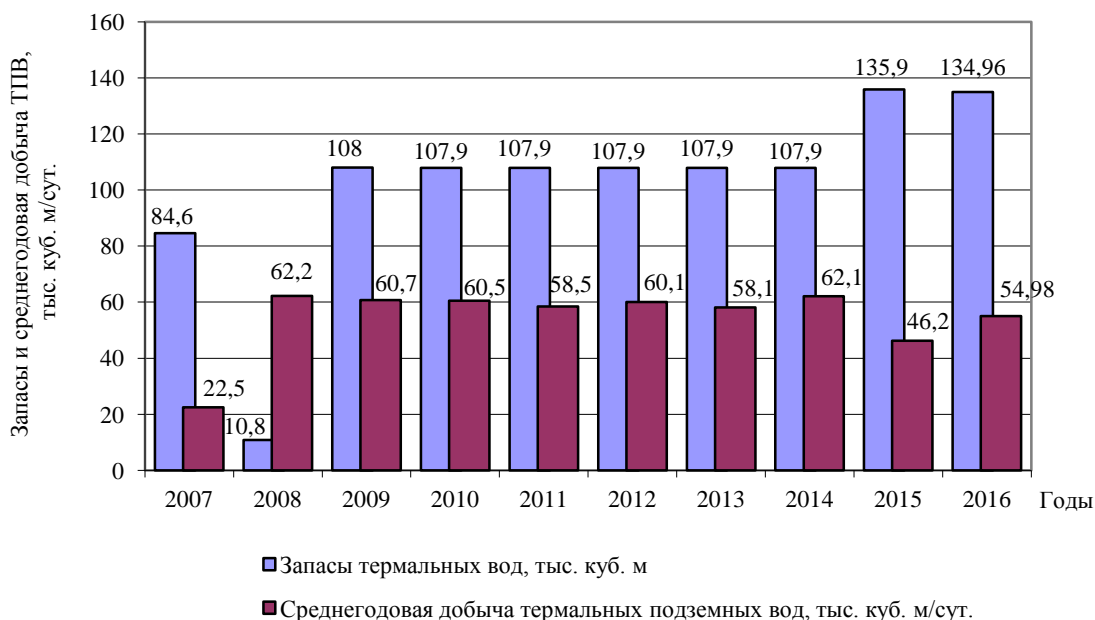


Рис. 1. Динамика изменений запасов ( $A+B+C_1$ ) и добычи теплоэнергетических подземных вод (ПВС) в 2007–2016 гг., тыс. куб. м/год

**Теплоэнергетические подземные воды.** Прогнозные ресурсы теплоэнергетических вод только на территории бывшей Камчатской области оцениваются в 3265 л/с с температурой 65–95°C, пароводяной смеси (ПВС) и природного пара (ПП) – 1760 кг/с с энтальпией от 158–240 ккал/с до 660 ккал/с. Из 16 разведанных месторождений термальных и перегретых вод, по 14 месторождениям утверждены (перепутверждены) запасы различных типов теплоэнергети-

ческих подземных вод. Основными предприятиями-недропользователями являются АО «Тепло Земли» и АО «Геотерм». По всем разрабатываемым месторождениям продолжается режим рационального недропользования, отвечающего сохранению благоприятных условий, при которых были утверждены запасы ПВ (ПВС). В местах естественных очагов разгрузки термальных вод (каптаж источников) сохраняются слабонарушенные условия, весьма близкие к природным.

**Термальные и холодные минеральные воды.** В регионе установлено 176 месторождений и проявлений термоминеральных и 151 – холодных минеральных вод, степень освоения которых не превышает 10%. Бальнеологические типы термо- и холодных минеральных вод различны, а их использование возможно в качестве питьевых лечебно-столовых, лечебных питьевых и лечебных для наружного применения.

**Питьевые (технические) подземные воды.** Величина этих ресурсов в целом составляет 28,9 млн<sup>3</sup>/сут, в т. ч. на территории бывшего Корякского АО – 7,4 млн м<sup>3</sup>/сут. Степень разведанности прогнозных ресурсов ППВ невысокая и в целом составляет лишь около 2%, а для северной части края только 0,2%. Степень их освоения в последнее десятилетие изменялась незначительно и не превышала 21% и 38%, соответственно.

Наиболее водоемкими являются предприятия с видом экономической деятельности «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», а другие отрасли имеют меньшие потребности (рис. 2). В частности, объем забора водных ресурсов в 2016 г. составил 89,4% (154,03 млн м<sup>3</sup>) от объема в целом по краю (172,38 млн м<sup>3</sup>). Доля загрязненных сточных вод по краю составляет около 18% от общего сброса сточных вод, а нормативно-очищенных сточных вод в общем сбросе – менее 5%. С 2009 г. в Камчатском крае наметилась устойчивая тенденция к уменьшению сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты.

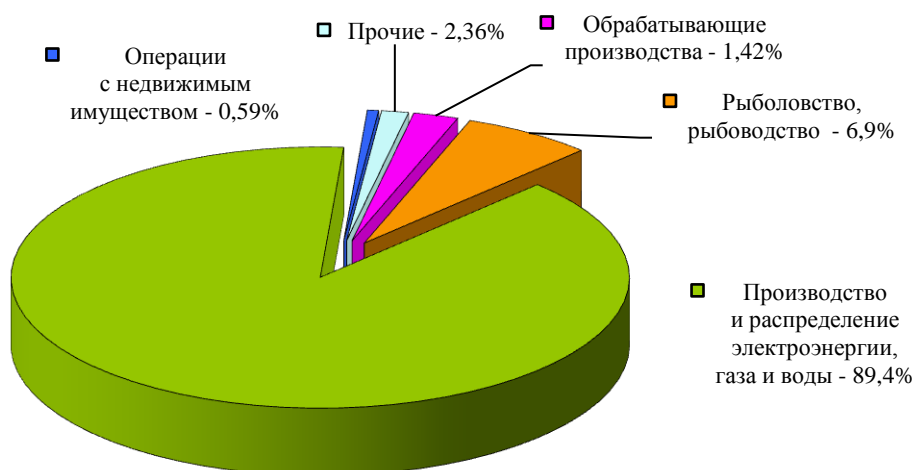


Рис. 2. Структура забора свежей воды из водных объектов в 2016 г. по видам экономической деятельности (отраслям), в % от общего объема

**Земельный фонд Камчатского края и изменения в его структуре.** Площадь земельного фонда Камчатского края на 1 января 2017 г. составляет 46427,5 тыс. га, а его основу леса 57,8% и прочие земли 33,2%. Других земли заняты застройкой, дорогами, сельхозугодьями и пр., доля которых в крае крайне низка.

Так, на 01.01.2017 г. площадь сельскохозяйственных угодий во всех категориях земель составила 475,6 тыс. га, или только 1% всего земельного фонда края. Из них 28,6% расположено в Усть-Большерецком районе, 18,8% – в Елизовском, 18,6% – в Мильковском, 13,3% – в Усть-Камчатском районах, а доля остальных районов края составляет 20,7% от общей площади сельскохозяйственных угодий. В то же время на долю не сельскохозяйственных угодий приходится 45951,9 тыс. га, или 99% земельного фонда.

Тем не менее усиление антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду требует и увеличения усилий по сохранению и восстановлению природных свойств и качеств земли как фундамента экологической безопасности. Наиболее сильно подвержены водной и ветровой эрозии распаханые земли в Елизовском, Мильковском и Усть-Камчатском районах (таблица). В большей степени подвержены этим негативным процессам именно пахотные земли.



**Площадь сельскохозяйственных угодий, подверженных негативному воздействию  
(по данным Управления Росреестра по Камчатскому краю)**

Негативные процессы	Площадь, тыс. га
Эрозия	41,4
Дефляция	28,3
Совместная водная и ветровая эрозия	3,0
Подтопление и переувлажнение	9,1
Опустынивание	–
Засоление	–
Прочие	52,4

### *Состояние растительных и животных ресурсов*

**Лесные ресурсы, их использование.** По состоянию на 01.01.2017 г. общая площадь лесного фонда Камчатского края составила 44216,8 тыс. га, в том числе покрытые лесной растительностью – 18963,063 тыс. га, а общий запас древесины – 1188,78 млн м<sup>3</sup>, из них спелых и перестойных – 847,17 млн м<sup>3</sup>, в том числе хвойных – 96,35 млн м<sup>3</sup>. Край располагает значительными запасами растительных ресурсов продовольственного, лекарственного и технического классов. Можно использовать 31 вид дикорастущих, а также 22 вида плодовых и ягодных растений; 137 видов растений сенокосов и пастбищ используется человеком и животными. Для технических целей можно использовать более 50 видов растений, а ресурсами производственного значения обладают 21 вид растений, в том числе 8 видов ягод.

В среднем по краю, исходя из площади лесного фонда, лесистость сохраняется на уровне 42,7%. Лесовосстановление в крае проводится путем искусственного и естественного (содействие) восстановления лесов, из которых последнее является основным – 78%.

### *Животный мир, в том числе водные биологические ресурсы*

#### *Общая характеристика биологического разнообразия Камчатки*

В фауне **наземных млекопитающих** края насчитывается 37 видов (без синантропных видов), из которых 3 вида было акклиматизировано – американская норка, ондатра, канадский бобр, и 1 расселен из материковых районов края во внутренние районы полуострова – колымский лось. В 2010 г. в Мильковском районе в тайгу были выпущены четыре особи алтайского марала, но данных об их выживании не имеется. Ведущую роль для охотничьего хозяйства играют хищные и грызуны: первые являются объектом промысловой охоты, а вторые – наиболее многочисленны.

К объектам промысловой и спортивной охоты отнесено 20 видов наземных млекопитающих, в том числе шесть лимитируемых видов: бурый медведь, снежный баран, лось, соболь, выдра, рысь. Промысловую ценность имеют только 6–8 видов диких животных; значимость их изменчива на различных территориях.

Фауна охотничье-промысловых птиц представлена куриными (каменный глухарь, белая и тундряная куропатки), гусеобразными (в т. ч.: два вида гусей, 17 видов уток, включая такие объекты массовой охоты, как кряква, чирок-свистунок, свиязь, гоголь, длинноносый крохаль, хохлатая чернеть, каменушка, горбоносый турпан, гусь-гуменник), куликами (ржанковыми, из них – тулес, камнешарка, турухтан, три вида улитов, мородунка, три вида веретенников, два вида бекасов, средний кроншнеп. Всего к охотничье-промысловым отнесено 32 вида птиц.

В настоящее время следует отметить продолжающуюся тенденцию к стабилизации и увеличению численности ряда ценных в хозяйственном отношении видов охотничьих зверей, таких как бурый медведь, лось, соболь, что является следствием долгосрочного закрепления угодий, усиления борьбы с браконьерством, активизации работы в направлении охраны и воспроизводства охотничьих ресурсов на территории Камчатского края.

Общая площадь охотничьих угодий в Камчатском крае, за исключением особо охраняемых природных территорий федерального значения, составляет 41,04 млн га. На ней осуществляют деятельность 126 юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (охотпользователей-лицензиатов).

**Фауна рыбообразных, рыб и беспозвоночных**, обитающих в морских и пресных водах Камчатки, исключительно богата и своеобразна: достоверно зарегистрировано 505 видов и подвидов рыбообразных и рыб, относящихся к 3 классам, 27 отрядам, 85 семействам и 261 роду [1], и более 2,2 тыс. видов беспозвоночных.

Берингово и Охотское моря относятся к наиболее продуктивным морям в мире. Фауна рыб Охотского моря включает более 350 видов, а биологическая продуктивность Западно-Камчатского шельфа – одна из самых высоких в мире около 20 т/км<sup>2</sup>. Фауна Берингова моря представлена более 450 видами рыб, ракообразных и моллюсков, более 200 видами птиц и 26 видами морских млекопитающих; его рыбопродуктивность – 1,5 т/км<sup>2</sup>.

По данным ФГБНУ «КамчатНИРО», общая площадь морских рыбопромысловых районов, прилегающих к территории Камчатского края, составляет 1473 тыс. км<sup>2</sup>. В прикамчатских водах сосредоточено по биомассе: 72% минтая, более 90% трески, около 50% – камбал, 70% – наваги, 46% – палтусов, 87% – терпугов, а также примерно 72% синего краба. Промысел всех гидробионтов вокруг камчатского полуострова дает более 50% от общей добычи рыбопромыслового флота российского Дальнего Востока. Промышленным и другими видами рыболовства добываются пять видов тихоокеанских лососей, а также более 40 видов морских объектов, из них 16 составляют рыбы, для которых определяется общий допустимый улов (ОДУ). Наиболее ценные промысловые виды: минтай, треска, камбалы, палтусы, окуни, три вида тихоокеанских лососей – нерка, кижуч и чавыча, а также крабы.

В прикамчатских водах промыслом эксплуатируется: минтай нескольких популяций, дающих более 1 млн т вылова; сельдь – более 200 тыс. т, треска – до 19,2 тыс. т (2010 г.), дальневосточные камбалы – до 4,8 тыс. т (2014 г.), а также навага, терпуги, черный и белокорый палтусы. Общий среднегодовой вылов тихоокеанских лососей в некоторые годы превышает 250 тыс. т. Деятельность по искусственному воспроизводству водных биоресурсов в водных объектах рыбохозяйственного значения осуществляет ФГБУ «Севострыбвод» на пяти ЛРЗ.

**Наиболее важные промысловые беспозвоночные** – это камчатский и синий крабы западной Камчатки, крабы-стригуны бэрди и опилио Камчатско-Курильской и Карагинской подзон, северная креветка Камчатско-Курильской подзоны. Результаты последних исследований показывают, что состояние их запасов в целом хорошее.

**Фауна морских млекопитающих** представлена семью видами тюленей, морской выдрой (каланом), моржом и более 20 видами крупных и мелких китообразных. В последние 10 лет промысел котиков характеризуется неравномерным уровнем ежегодной добычи. С 2007 по 2015 г. ежегодно отлавливалось по 25 голов 3–4-летних котиков, и лишь в 2008 и 2011 гг. квоты по серым котикам были освоены на 91–100%. В 2012–2016 гг. забой проводился только для нужд КМНС, причем в 2016 г. был добыт 971 серый котик, или 68% от рекомендованного.

#### *Редкие и исчезающие виды животных, мониторинг их состояния*

В настоящее время в Красную книгу Камчатки включено 126 таксонов животных, в том числе 12 видов насекомых, 1 – двусторчатых моллюсков, 60 – птиц, 30 – рыб, 23 – наземных и морских млекопитающих. При этом в Красную книгу России внесено 59 видов. Кроме этого, 79 видов животных включены в списки МСОП и приложения СИТЕС. Сейчас проводится работа ее по актуализации. Из краснокнижных видов наибольший интерес для охраны представляет кречет. Так, всего в 2007–2016 гг. у браконьеров изъяты 373 кречета, по которым вынесено 8 приговоров суда по уголовным делам за незаконную добычу (отлов) кречетов.

**Освоение водных биологических ресурсов (ВБР), производство рыбо- и морепродуктов.** В 2017 г. Камчатский край в десятый раз стал лидером по объемам добычи ВБР на Дальнем Востоке (доля более 34%) и России в целом (доля более 22%). Вылов биоресурсов стал рекордным за весь постсоветский период в четвертый раз, превысив «миллионную» отметку и составив в 2016 г. 1125 тыс. т (рис. 3). По предварительной оценке в 2017 г. камчатскими рыбаками добыто 1204 тыс. тонн ВБР.

В Камчатском крае функционируют свыше 500 предприятий, ведущих рыбохозяйственную деятельность с круглогодичным либо сезонным производственным циклом, более 200 из которых осуществляют вылов ВБР. Основой является добывающий флот – более 650 крупно-, средне- и малотоннажных рыбодобывающих судов. 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.

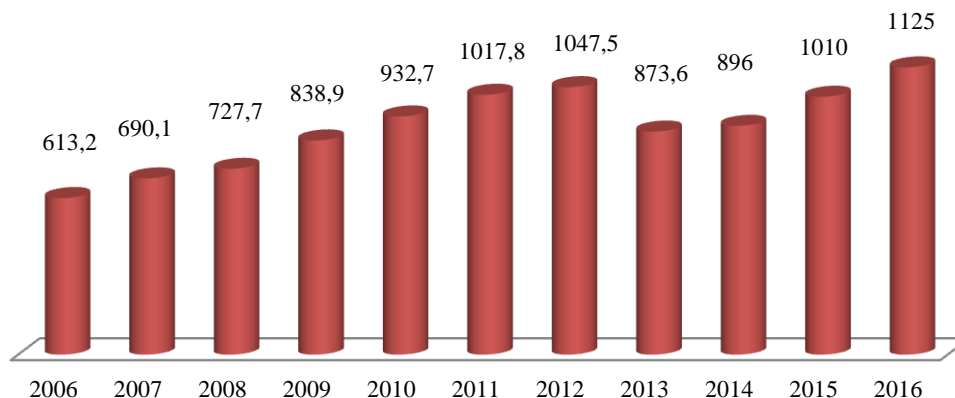


Рис. 3. Динамика вылова ВБР предприятиями Камчатского края в 2006–2016 гг., тыс. т

Оборот рыбохозяйственных организаций по итогам 2016 г. составил более 63 млрд руб. или 112%, а объем отгруженных товаров увеличился до 63 млрд руб., или 113% к уровню 2015 г. За рубеж в 2016 г. камчатские производители поставили 257 тыс. т продукции из ВБР – 105,5% к 2015 г. Незначительное увеличение экспорта обусловлено ростом объемов вылова, но доля экспортных поставок снижена с 25 до 24%. Таким образом, камчатские 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% в 2015 г. до 61,4% в 2016 г. Сальдированный финансовый результат рыбохозяйственных организаций в 2016 г. составил 17,9 млрд руб., или 123% к 2015 г. Объем налоговых поступлений в 2016 г. составил 5,9 млрд руб., в 1,3 раза превысив 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.

### **Минерально-сырьевая база**

Минерально-сырьевая база Камчатского края сформирована в период 1949–2016 гг. и характеризуется наличием широкого спектра полезных ископаемых, в том числе: энергетическое сырье, сырье для горнорудной и химической промышленности, строительные материалы, подземные воды. По состоянию на 01.01.2017 г. Территориальным балансом запасов полезных ископаемых Камчатского края федерального значения и Территориальным балансом запасов общераспространенных полезных ископаемых Камчатского края учтено 365 месторождений, в том числе: газа горючего – 4, твердых горючих полезных ископаемых – 113 (угля – 7, торфа – 106), теплоэнергетических вод – 16, благородных и цветных металлов – 73 (в том числе: 63 золото-серебряных, 6 – платиноидов, 4 – цветных), пресных подземных вод – 51, минеральных вод – 3, титано-магнетитовых песков – 1, ювелирно-поделочных камней – 4, серы – 1, перлита и обсидиана – 2, цеолитизированных туфов – 1, красок минеральных – 1, грязи лечебной – 1, общераспространенных полезных ископаемых – 94.

Распределение разведанных месторождений по территории края неравномерно. Удаленность месторождений друг от друга, отсутствие дорог, суровый климат, высокогорный рельеф требуют огромных капиталовложений в освоение минерально-сырьевого потенциала региона.

На 01.01.2017 г. в Камчатском крае в реестрах государственной регистрации на пользование недрами учитывается 165 лицензий (без учета одиночных водозаборов на пресные и технические подземные воды – 242 лицензии, и участков недр, не связанных с добычей полезных ископаемых – 1), в том числе: 8 лицензий на топливно-энергетическое сырье (углеводородное сырье, бурый уголь), 43 – на драгоценные, черные и цветные металлы (платина, золото, медь, никель), 26 – на пресные подземные воды (групповые водозаборы для централизованного водоснабжения населенных пунктов), 20 – на теплоэнергетические и минеральные воды, 68 – на общераспространенные полезные ископаемые.

В 2017 г. деятельность в сфере недропользования, в том числе проведение геологоразведочных работ, осуществляли 90 предприятий (без учета организаций, эксплуатирующих одиночные водозаборы питьевых и технических подземных вод и участки недр, не связанные с добычей полезных ископаемых), на которых трудоустроено более 4 тыс. чел. Добыча полезных ископаемых осуществлялась на 119 месторождениях, в том числе на 32 добывались благородные и цветные металлы, на 2 – свободный газ и газовый конденсат, на 14 – общераспространенные полезные ископаемые, на 71 – теплоэнергетические, минеральные, питьевые и технические подземные воды. Кроме того, на 158 участках недр осуществлялась добыча питьевых и технических подземных вод с неутвержденными запасами.

Объем добычи драгоценных металлов в Камчатском крае в 2017 г. составил: платина – 391 кг (105,3%), золото – 6682 кг, в том числе коренное – 6539 кг (103,2%), золото россыпное – 142,7 кг (171,8%), серебро – 16 676 кг (135,9%); добыто 147,226 тыс. т кобальт-медно-никелевой руды, содержащей 7,1 тыс. т никеля, золота 15,1 кг, платины 20,4 кг, палладия 27,4 кг; 390,447 млн м<sup>3</sup> газа и 13,627 тыс. т газового конденсата. Налоговые поступления и другие платежи от деятельности предприятий горнодобывающей промышленности Камчатского края составили 2724 млн руб., в том числе в консолидированный бюджет края – 1014,4 млн руб., соответственно 101,5% и 90,0% от показателей 2016 г. Объем инвестиций в основной капитал по горнопромышленной отрасли в 2017 г. составил 4,9 млрд руб., создано 325 новых рабочих мест.

**Роль природно-ресурсного потенциала  
в оценке инвестиционной привлекательности  
Камчатского края**

Камчатский край в 2017 г. занимает 39 позицию (из 85) в рейтинге инвестиционной привлекательности субъектов РФ (дистанционном). По сравнению с оценками 2015 и 2016 гг. край ухудшил свою позицию: с уровня IC4, что соответствует средней инвестиционной привлекательности (первый уровень) до IC5 – средняя инвестиционная привлекательность – второй уровень [2].

Одним из семи факторов региональной инвестиционной привлекательности является обеспеченность региона природными ресурсами и качество окружающей среды в регионе. Однако обеспеченность региона природными ресурсами и качество окружающей среды в регионе имеет самый низкий вес среди других условий инвестиционной привлекательности региона – чуть более 10% [3]. Именно этот фактор, с одной стороны, можно отнести к самым трудно управляемым факторам, рассматривая природные ресурсы, как данность. С другой стороны, природные ресурсы, выступая базисом для развития многих отраслей, могут быть привлекательными или нет, в зависимости от уже сложившихся условий в регионе, например, институциональной среды, развития инфраструктуры.

По оценкам рейтингового агентства «Эксперт РА» в Камчатском крае между рангами экологического риска и природно-ресурсного потенциала наблюдается высокая обратная зависимость (рис. 4, корреляция – 0,83). До 2004 г. экологический риск неустойчиво, но снижался, позднее наблюдается заметный рост. Резкое ухудшение позиции по экологическому риску произошло в 2006 г., когда с 28-го места край переместился сразу на 51-е. Судя по рейтинговым позициям, за двадцать лет экологический риск в Камчатском крае повысился в три раза.

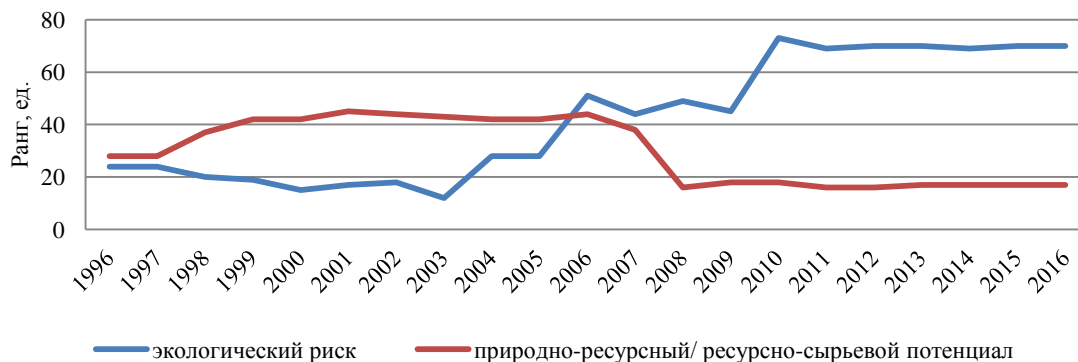


Рис. 4. Динамика отдельных факторов инвестиционного потенциала и риска в Камчатском крае (составлено по [4])

Динамика оценки природно-ресурсного потенциала кардинально меняется также с 2006 г. В настоящее время Камчатский край имеет лучшую оценку по этому потенциалу, чем в 1996 г., занимая 17-ю позицию среди 85 регионов РФ.

Ухудшение оценки состояния окружающей среды (рост экологического риска) при повышении природно-ресурсного потенциала, по нашему мнению, можно объяснить расширением использования таких природных ресурсов, переработка которых имеет существенное (по отношению к традиционным ресурсам – ВБР, в первую очередь) отрицательное воздействие на состояние природной среды края.

По оценке В.С. Левина [5], на распределение инвестиций по регионам РФ природно-ресурсный потенциал оказывает одно из самых слабых по силе влияния факторов. Действительно, на общероссийском уровне Камчатский край занимает позиции среди аутсайдеров по объемам инвестиций в основной капитал. В 2016 г. доля Камчатского края в общероссийском объеме инвестиций составила лишь 0,25%, несмотря на 17-е место в рейтинге по природно-ресурсному потенциалу.

Однако если обратить внимание на динамику инвестиций в основной капитал в самом регионе и изменение нормированного ранга природно-ресурсного потенциала, видна довольно заметная связь в развитии процесса (рис. 5, корреляция показателей составляет 0,76). Поскольку обеспеченность балансовыми запасами основных видов природных ресурсов существенно не изменялась, то на экспертные оценки природно-ресурсного потенциала 2006–2007 гг., вероятно, повлияло начало реализации ряда крупных проектов по добыче золота, никеля. Так, в 2005 г. на месторождении Шануч была добыта первая промышленная руда. В 2006 г. введен в эксплуатацию Агинский горно-обогатительный комбинат (ГОК). Агинский ГОК входит в группу компаний «Золото Камчатки» – одна из крупнейших золотодобывающих компаний РФ. Таким образом, реализация именно этих инвестиционных проектов, скорее всего, оказала и существенное влияние на ухудшение позиций по экологическому риску.



Рис. 5. Динамика инвестиций в основной капитал и ранга природно-ресурсного потенциала в Камчатском крае (рассчитано и составлено по [6])

*Какова же структура природного капитала Камчатского края? В чем ценность природных ресурсов полуострова с точки зрения использования разных запасов?*

Стратегия природопользования, опирающаяся на идеи концепции устойчивого развития, должна учитывать особенности структуры природного капитала региона. Камчатский край, в целом имея в среднероссийском масштабе невысокие оценки по природно-ресурсному потенциалу, обладает уникальными запасами возобновляемых ВБР. В среднем за последние 10 лет в Камчатском крае коэффициент локализации рыболовства и рыбоводства составил 72,2 [7]. Такого уровня коэффициента локализации нет ни в одном другом регионе РФ ни по какому-либо другому виду деятельности. Именно ВБР Камчатского края имеют наибольшую ценность, как для экономики региона, так и для страны в целом.

Согласно оценкам Е.Э. Ширковой с соавторами, общая стоимость всех экосистемных услуг биоты составляет не менее 230 млрд долл. Вместе с рентным потенциалом других возобновляе-

мых ресурсов (ВБР, лес, энергия, биоразнообразие) экономические услуги экосистем Камчатки и окружающих ее морей оцениваются не менее 291 млрд долл., что составляет более 70% общей стоимости природного капитала [8].

### Заключение

Высокая экологическая опасность добычи полезных ископаемых, в первую очередь, шельфовых ресурсов нефти и газа, а также значительная доля возобновляемых ресурсов в структуре породного капитала региона, позволяют отдать приоритет в использовании природно-ресурсного потенциала именно возобновляемым ресурсам. С точки зрения устойчивого развития структурообразующим ядром экономики, вокруг которого необходимо развивать различные отрасли, должна быть рыбная отрасль. Последнее обстоятельство подразумевает наиболее осторожный подход к разработке других природных ресурсов Камчатского полуострова – минерально-сырьевой базе региона. Начало их разработки должна предварять тщательная оценка эффективности такой деятельности, причем с детальной экологической оценкой возможного ущерба для других ресурсов Камчатского края – возобновляемых ВБР, не допуская потери их воспроизводственного потенциала.

### Литература

1. Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. – 2000. – 166 с.
2. Рейтинг инвестиционной привлекательности субъектов РФ дистанционный: Камчатский край [Электронный ресурс] / Национальное рейтинговое агентство. – URL: [http://www.ra-national.ru/ru/node/54740?field=field\\_rat\\_qual\\_invest\\_reg\\_dist](http://www.ra-national.ru/ru/node/54740?field=field_rat_qual_invest_reg_dist) (дата обращения: 07.02.2018).
3. Пахалов А. Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов России: тенденции по итогам 2016 года [Электронный ресурс]. – М.: Национальное Рейтинговое Агентство. – 2017. – 13 с. – URL: [http://www.ra-national.ru/sites/default/files/analytic\\_article/HPA\\_Рейтинг%20инвестиционной%20привлекательности%20регионов%20РФ%202016\\_ИТОГ\\_0.pdf](http://www.ra-national.ru/sites/default/files/analytic_article/HPA_Рейтинг%20инвестиционной%20привлекательности%20регионов%20РФ%202016_ИТОГ_0.pdf) (дата обращения: 07.02.2018).
4. Инвестиционные рейтинги регионов [Электронный ресурс] / Эксперт РА: рейтинговое агентство. – URL: [https://gaexpert.ru/rankings/#r\\_1108](https://gaexpert.ru/rankings/#r_1108) (дата обращения: 07.02.2018).
5. Левин В.С. Природно-ресурсный и туристический потенциалы в оценке инвестиционной привлекательности регионов Российской Федерации [Электронный ресурс] // Известия ОГАУ. – 2015. – № 5 (55). – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/prirodno-resursnyy-i-turisticheskiy-potentsialy-v-otsenke-investitsionnoy-privlekatelnosti-regionov-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 07.02.2018).
6. Основные статистические показатели: Инвестиции в основной капитал по полному кругу организаций / Государственная статистика: ЕМИСС [Электронный ресурс]. – URL: <https://fedstat.ru/> (дата обращения: 07.02.2018).
7. Дьяков М.Ю., Михайлова Е.Г. Отраслевая региональная структура в устойчивом развитии региона: оценка специализации и диверсификации // Региональные проблемы развития Дальнего Востока России: Тезисы всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2017. – С. 114–118.
8. Ширкова Е.Э., Ширков Э.И., Дьяков М.Ю. Природно-ресурсный потенциал Камчатки, его оценка и проблемы использования в долгосрочной перспективе // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-западной части Тихого океана. – 2014. – Вып. 35. – С. 5–21.

## Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

УДК 594.1(265.54)

**Л.С. Афейчук**

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

### **МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА РЕСУРСОВ АНАДАРЫ БРОУТОНА (*ANADARA BROUGHTONII*) В ПРОМЫСЛОВЫХ СКОПЛЕНИЯХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

В работе дано описание межгодовой динамики ресурсов анадара Броутона в промысловых скоплениях залива Петра Великого в период 2010 по 2017 гг. Суммарная численность моллюсков в скоплениях Амурского и Уссурийского заливов на площади 130 км<sup>2</sup> составляет около 62 млн экз. Общий запас насчитывает около 11,5 тыс. т, промысловый – около 8 тыс. т. Состояние скоплений оценено как относительно стабильное.

**Ключевые слова:** Анадара Броутона, скопления, Уссурийский залив, Амурский залив, промысловый запас, размерный состав, эксплуатируемая часть, освоение ресурсов.

**L.S. Afeychuk**

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

### **YEAR-TO-YEAR CHANGES OF ANADARA (*ANADARA BROUGHTONII*) RESOURCES IN COMMERCIAL AGGREGATIONS IN THE PETER THE GREAT BAY (JAPAN SEA)**

The year-to-year changes of anadara resources in commercial aggregations in the Peter the Great Bay for 2010-2017 are described. The summary number of the mollusks in the aggregations within the Amur and Ussuri Bays (total area 130 km<sup>2</sup>) is about 62·10<sup>6</sup> ind., their total stock is estimated as 11,500 t, the commercial stock as 8,000 t. Relatively stable condition of the aggregations is noted.

**Key words:** anadara, commercial aggregation, Ussuri Bay, Amur Bay, commercial stock, size composition, exploited stock, resource development.

Двустворчатый зарывающийся моллюск анадара Броутона (*Anadara broughtonii* Schrenck, 1867) (рис. 1) является одним из ценных промысловых видов благодаря богатому химическому составу. Моллюск содержит хорошо сбалансированный комплекс минералов, в том числе селен и йод, а также белки, витамины, полисахариды, биологически активные соединения, антиоксиданты и практически не содержит жира. Употребление в пищу анадара стимулирует жизненный тонус организма человека.

Анадара обитает в основном в странах Юго-Восточной Азии, где является традиционным пищевым объектом. Се-



Рис. 1. Анадара Броутона

верная граница ареала вида проходит в зал. Петра Великого, где моллюск создает два промысловых скопления. Самое крупное из них расположено в кутовой части Амурского залива, второе по величине находится в куту Уссурийского залива. Промысел анадары в Приморье начали в 1994 г. С 2004 по 2010 гг. на акватории Уссурийского залива действовал промысловый запрет. В настоящее время практически вся выловленная анадара направляется на экспорт в Японию.

Исследованиям состояния промысловых скоплений моллюска в зал. Петра Великого в период 1994–2016 гг. был посвящен ряд работ [1–5].

**Целью данной работы является** описание динамики ресурсов анадары в промысловых скоплениях зал. Петра Великого в период с 2010 по 2017 гг.

### Материалы и методы

Научно-исследовательские работы в скоплениях анадары Амурского и Уссурийского заливов были проведены на специализированных мотоботах дражным способом в летне-осенний период 2010–2017 гг. (рис. 2). Исследованная площадь и объем выполненных работ представлены в табл. 1. Учетные драгирования протяженностью 200 м располагали на глубинах от 2 до 15 м согласно стандартной сетке станций.



Рис. 2. Дражные исследования

Для каждого драгирования фиксировали количество анадары в штучном и весовом выражении. Анализ уловов и промеры моллюсков проводили на борту судна. Материалы были обработаны с помощью пакетов программ Statistica, MapInfo Professional и Microsoft Office Excel.

Расчет численности и биомассы, а также оценку общего и промыслового запасов скоплений моллюска проводили традиционными методами. В ходе обработки полученных материалов был использован площадной метод и метод полигонов (ячейки Дирихле-Вороного или полигоны Тиссена), с применением ГИС MapInfo. Для сопоставления ре-

зультатов оценки запасов был проведен пересчет ресурсных параметров скоплений на площадь 100 км<sup>2</sup> в пределах акватории Амурского залива и 30 км<sup>2</sup> – Уссурийского. В расчетах был принят коэффициент уловистости равный 0,25.

Таблица 1

**Исследованная площадь и объем выполненных работ в скоплениях Амурского и Уссурийского заливов**

Годы	Исследованная площадь, км <sup>2</sup>	Количество драгирований	Количество промеренных особей, экз.
2010	15,6	380	5 204
2011	10,4	241	6 960
2012	11,8	310	5 253
2013	10,7	223	7 232
2014	12,9	316	8 267
2015	12,9	214	6 749
2016	13,6	262	6 192
2017	13,4	194	5 261

**Результаты и обсуждение.** В промысловых скоплениях зал. Петра Великого ежегодно наблюдалась аналогичная картина распределения моллюсков, которая носила мозаичный характер (рис. 3). Участки с повышенной плотностью поселения и биомассой перемежались с участками, где моллюски более разрежены. Плотность и удельная биомасса моллюсков в скоплении Амурского залива выше, чем в скоплении Уссурийского залива в диапазоне глубин до 8 м. Максимальные значения этих показателей зафиксированы на глубинах от 3 до 7 м на акваториях обоих заливов.



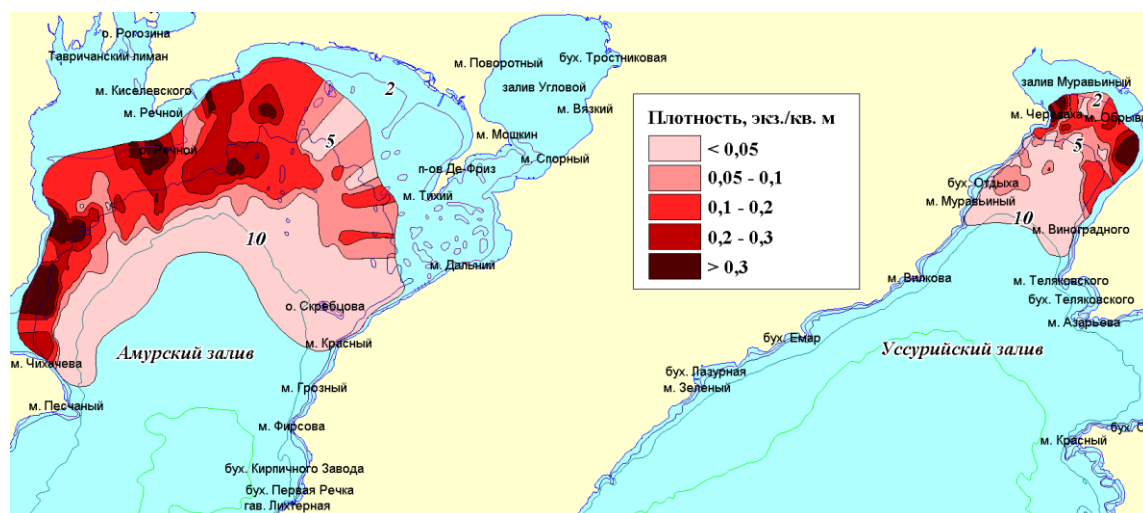


Рис. 3. Плотность распределения анадары в промысловых скоплениях залива Петра Великого (данные 2017 г., КУ = 1)

В 2017 г. в скоплении анадары Амурского залива наблюдался протяженный участок акватории с высокой концентрацией моллюсков на глубинах от 3 до 6,5 м в районах от м. Чихачева до м. Клыкова. Анадара с высокой концентрацией встречалась на северо-востоке от о. Речного у пос. Девятый Вал. Меньшие концентрации моллюсков были отмечены на участке между м. Тихий и м. Тупой. Средняя плотность скопления составляла  $0,68 \text{ экз./м}^2$ , удельная биомасса –  $129,7 \text{ г/м}^2$ . На этой акватории работы затруднены в связи с действующим низководным мостом и наличием многочисленных отмелей. В целом по заливу отмечено, что глубже семиметровой изобаты концентрация анадары резко снижается.

В Уссурийском заливе протяженный участок с высокой концентрацией моллюсков распространялся в районе от м. Черепаха – м. Геллера до м. Обрывистый на глубинах от 2 до 6. Средняя плотность скопления составляла  $0,43 \text{ экз./м}^2$ , удельная биомасса –  $67,2 \text{ г/м}^2$ . Глубже 6-метровой изобаты концентрация моллюсков заметно снижалась. В районе глубин 7–11 м плотность и удельная биомасса моллюсков не превышала  $0,05 \text{ экз./м}^2$  и  $10 \text{ г/м}^2$  соответственно.

**Размерный состав** скопления кутовой части Уссурийского залива в исследуемый период изменялся незначительно. В Амурском заливе, являющимся с 2005 г. основным местом промысла анадары, отмечено ежегодное снижение (с 95 до 89 мм) средней длины раковины особей, что в целом указывает на тенденцию некоторого «омоложения» скопления. Средняя длина раковины моллюсков в скоплении Амурского залива выше, чем в скоплении Уссурийского залива. За годы исследований этот параметр в Амурском заливе составлял в среднем 90 мм, в Уссурийском – 83 мм. Гистограммы размерного состава промысловых скоплений анадары в период 2010-2016 гг. проиллюстрированы в публикации [2], данные 2017 г. представлены на рис. 4.

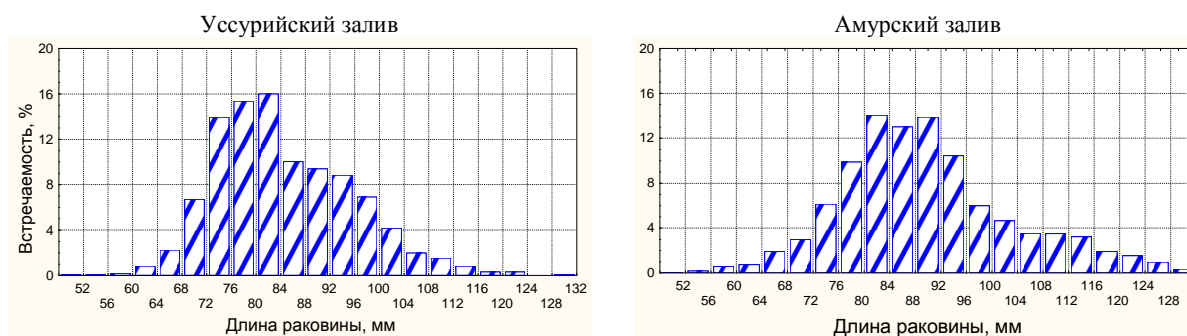


Рис. 4. Размерный состав промысловых скоплений анадары (2017 г.)

В соответствии с Правилами рыболовства для Дальневосточного бассейна промысловый размер анадары принят не менее 80 мм по длине раковины. Следует отметить, что в целом доля моллюсков промыслового размера в скоплении Амурского залива почти на 14% больше, чем в скоплении Уссурийского залива. В период с 2010 по 2017 г. доля промысловых особей

в Амурском заливе варьировала от 64% до 83% и в среднем составляла 73%, в Уссурийском изменялась от 52% до 68%, в среднем составляла 59%.

В размерном составе скоплений анадары следует выделять эксплуатируемую (вылавливаемую) часть, в которую входят моллюски длиной раковины от 80 до 96 мм, востребованные на международном рынке. Более крупных особей в основном возвращают в среду обитания, реже направляют на внутренний рынок.

Анализируя соотношение разных размерных групп из скопления анадары Амурского залива, следует отметить, что с 2015 по 2017 г. произошло пополнение относительного количества моллюсков в эксплуатируемой части скопления на 7% за счет такого же уменьшения доли непромысловых особей. Вместе с тем относительное количество моллюсков с длиной раковины свыше 96 мм оставалось на одном уровне.

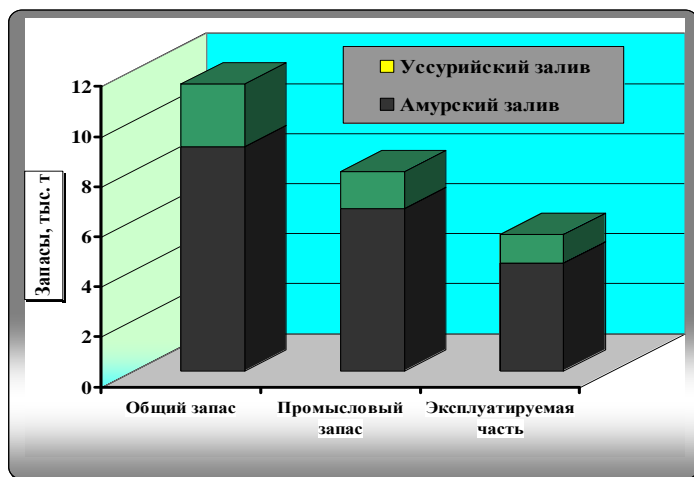


Рис. 5. Соотношение запасов в промысловых скоплениях анадары (2010–2017 гг.)

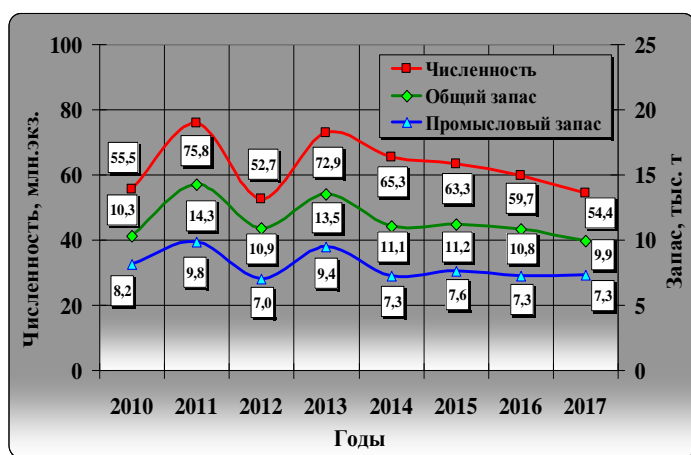


Рис. 6. Численность и запасы промысловых скоплений анадары залива Петра Великого

Суммарная численность моллюсков в двух скоплениях на площади 130 км<sup>2</sup> составляла около 62 млн экз. (табл. 2). Общий запас моллюсков в промысловых скоплениях насчитывает около 11,5 тыс. т, промысловый – около 8 тыс. т. Суммарная биомасса моллюсков из эксплуатируемой части скоплений не превышает 5,5 тыс. т. Данные параметры изменялись незначительно в пределах статистической ошибки методов измерения и обработки материалов, что характеризует относительную стабильность состояния скоплений. Однако с 2014 г. отмечена тенденция снижения общего запаса и численности при неизменном промысловом запасе.

Таблица 2

Параметры промысловых скоплений анадары в период 2010–2017 гг.

Параметры	Амурский залив	Уссурийский залив	Суммарное значение
Численность, млн экз.	46,75 (74,9%)	15,68 (25,1%)	62,43 (100%)
Общий запас, тыс. т	8,96 (78,0%)	2,53 (22,0%)	11,49 (100%)
Промысловый запас, тыс. т	6,50 (81,5%)	1,48 (18,5%)	7,98 (100%)
Эксплуатируемая часть, тыс. т	4,33 (79,2%)	1,14 (20,8%)	5,47 (100%)

**Освоение ресурсов.** Расчетный общий допустимый улов анадары (ОДУ) в зал. Петра Великого ежегодно составлял не более 300 т. Выделенная квота на промысел анадары была освоена на 100% в 2012 г. и приближалась к полному освоению в 2010 и 2013 гг. (рис. 6). В другие годы рассматриваемого периода наблюдался ежегодный недолов. Начиная с 2013 г. отмечена прогрессирующая тенденция снижения ежегодного вылова анадары в зал. Петра Великого.

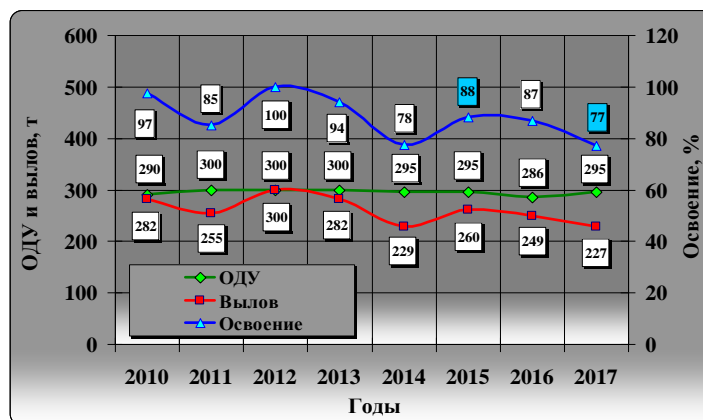


Рис. 5. Динамика освоения ресурсов анадары в заливе Петра Великого

### Заключение

В межгодовой динамике ресурсов анадары в промысловых скоплениях зал. Петра Великого в период 2010–2017 гг. не отмечено существенных изменений. Суммарная численность моллюсков в Амурском и Уссурийском заливах на общей площади 130 км<sup>2</sup> составляет около 62 млн экз. общий запас насчитывает около 11,5 тыс. т, промысловый – около 8 тыс. т. Суммарная биомасса моллюсков из эксплуатируемой части скоплений не превышает 5,5 тыс. т.

В целях сохранения ресурсного потенциала вида с длительной продолжительностью жизни в условиях существования на краю ареала, расчетное суммарное изъятие моллюсков в промысловых скоплениях зал. Петра Великого не должно превышать **300 т**, что составляет немногим более **3%** от промыслового запаса моллюсков скоплений Амурского и Уссурийского заливов.

Эксплуатация скоплений анадары при соблюдении условий рационального освоения не наносит ущерба ее ресурсам.

### Литература

1. Afeychuk L.S. Preservation, management and rational exploitation of anadara (*Anadara broughtonii*, Schrenck, 1867) resources in Primorye region of Russia. Life-Supporting Asia-Pacific Marine Ecosystems, Biodiversity and Their Functioning. Responsible Editor: WANG Haiguang. – 2017. – P. 8–12.
2. Афейчук Л.С. Ресурсы и современное состояние промысловых скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в заливе Петра Великого (Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. (12–14 апреля 2017 г.). Часть 1. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – С. 29–33.
3. Афейчук Л.С. Состояние ресурсов анадары Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenck, 1867) из скопления Уссурийского залива (Японское море) в батиметрическом аспекте // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. (18–19 мая 2017 г.). – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. – С. 64–70.
4. Афейчук Л.С. Состояние ресурсов анадары Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenck, 1867) из скопления Амурского залива (Японское море) в батиметрическом аспекте // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. (18–19 мая 2017 г.). – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. – С. 70–75.
5. Афейчук Л.С. Динамика ресурсов промысловых скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) залива Петра Великого (Японское море) // Дальневосточные моря и их бассейны: биоразнообразие, ресурсы, экологические проблемы: Материалы II Всерос. конф. (3-4 октября 2017 г.). – Владивосток: ДВФУ, 2017. – С. 8–11.

УДК 594.1(265.54)

Е.Э. Борисовец<sup>1,2</sup>, Д.А. Соколенко<sup>1</sup>, Ю.О. Незамутдинова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),  
Владивосток, 690091;

<sup>2</sup>Дальневосточный федеральный университет (ДФУ), Владивосток, 690950  
e-mail: borisovets@tinro.ru;  
dmitriy.sokolenko@tinro-center.ru

## РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ *PROTOTHACA ADAMSII* (BIVALVIA, VENERIDAE) В ПОСЕЛЕНИЯХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Изучен размерный состав пяти поселений *Protothaca adamsii* в зал. Петра Великого (Японское море). Обсуждается возможная связь размерной структуры с условиями среды.

**Ключевые слова:** прототака Адамса, *Protothaca adamsi*, размерный состав, залив Петра Великого.

E.E. Borisovets<sup>1,2</sup>, D.A. Sokolenko<sup>1</sup>, Y.O. Nezamutdinova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pacific Fisheries Research Center (TINRO-Center),  
Vladivostok, 690091;

<sup>2</sup>Far Eastern Federal University, FEFU, Vladivostok, 690950  
e-mail: borisovets@tinro.ru;  
dmitriy.sokolenko@tinro-center.ru

## LENGTH FREQUENCY OF *PROTOTHACA ADAMSII* (BIVALVIA, VENERIDAE) IN SETTLEMENTS OF THE PETER THE GREAT BAY (SEA OF JAPAN)

Length frequency of *Protothaca adamsii* has been studied from five settlements of the Peter the Great bay (Sea of Japan). A possible relation between the length frequency and the environmental conditions is discussed.

**Key words:** *Protothaca adamsi*, length frequency, Peter the Great Bay.

Двустворчатый закапывающийся моллюск прототака Адамса *Protothaca (Protocallithaca) adamsii* (Reeve, 1863), ранее известный как каллитака, в западной части Японского моря встречается в прибрежных водах Корейского полуострова, в зал. Петра Великого и к северо-востоку от м. Поворотный [1]. Наибольшие по площади поселения, известные к настоящему времени в российских водах, обнаружены в зал. Петра Великого [2]. Биология вида и его экологические предпочтения до сих пор малоизвестны [1]. Настоящая работа посвящена исследованию размерного состава *Protothaca adamsii* в поселениях зал. Петра Великого.

Материал, положенный в основу данной работы, собран в 2012 г. в процессе проведения дражной съемки зал. Петра Великого. Работы проводились в период с 28 мая по 17 июля на МРТК «Янтарь». Всего выполнено 244 драгирования в диапазоне глубин от 6 до 217 метров (рис. 1). Для работы применялась драга массой 450 кг, с шириной входа 1,6 м [3]. Размер ячеи в кутце составлял 40 мм. Длина ваеров была связана с глубиной драгирования, как правило, превышая ее 3–4-кратную величину. Продолжительность драгирования изменялась в пределах 5–20 мин и зависела от метеоусловий, донного рельефа и состава грунтов. Пространственные параметры работы драги регистрировались навигационной системой MaxSea с комплектом электронных карт С-Мар. Данная навигационная система сопряжена с бортовым GPS-приемником. Для проведения вычислений использован пакет STATISTICA. Пространственные расчеты выполнены в ГИС MapInfo Professional на основе комплекта электронных карт зал. Петра Великого. При создании карт распределения плотности моллюсков по акватории использована интерполяция методом естественного соседа (Natural Neighbor) при коэффициенте уловистости равным единице. Измерения выполнены штангельциркулем с точностью до одного миллиметра

по стандартной схеме [4]. Всего изучено 1205 особей. При исследовании размеров моллюсков мы учитывали долю промеренных особей по отношению к общему числу учтенных на каждом драгировании (некоторые поврежденные моллюски не могли быть корректно измерены), а также продолжительность учетной операции, приводя эти параметры в значения плотности поселения. Для анализа размерного состава использовали полигоны, построенные на основе 5 мм шага. Выбор шага сделан в ходе экспериментов. При этом учитывалась информативность и гладкость результирующих распределений, которые оценивались визуально. Рассмотрены полигоны, построенные с интервалом 3, 4 и 5 мм, и выбор был сделан в пользу последнего. Размерные составы *Protothaca adamsii* из различных акваторий сопоставлялись по кумулятивным кривым с использованием сити-блок расстояния [5], которое в данном контексте имеет вполне прозрачную интерпретацию. Матрицы расстояний анализировались с помощью многомерного шкалирования [6].

Как следует из табл. 1, плотность моллюска в его поселениях изменялась от 0,088 до 25,577 экз. на 100 м<sup>2</sup>, в среднем составляя 2,817. Поскольку распределение плотностей не симметрично, здесь мы также приводим медианное значение этого показателя (0,896), которое близко к одной особи на 100 квадратных метров. Следует указать, что величины, приведенные в табл. 1, получены на основе только результативных драгирований, то есть таких, где в уловах отмечена *Protothaca adamsii*.

Таблица 1

Статистические характеристики плотности (экз./100 м<sup>2</sup>) *Protothaca adamsii*

Кол-во станций	Среднее	Медиана	Min	Max	Станд. откл.	Коэфф. вариации	Ошибка средней
60	2,817	0,896	0,088	25,577	5,225	185,458	0,675

Отметим, что в силу методик сбора, плотности при выполнении водолазных работ [7] всегда получаются выше, чем при выполнении дражных. Это определяется, по крайней мере, двумя факторами. Во-первых, при использовании одной метровой рамки на водолажном погружении, для результативных точек минимальная плотность не может быть ниже одного экземпляра на квадратный метр. При применении трех метровых рамок на водолажном спуске, минимальная плотность снижается до 0,33 экз./м<sup>2</sup>. Таким образом, при выполнении водолазных съемок велика вероятность недоучета моллюсков на акваториях с малой плотностью. Во-вторых, в силу малоизученности величины уловистости драги мы здесь, как и ранее [2], для простоты принимали коэффициент уловистости равный единице. Данное упрощение неизбежно занижает реальные плотности.

Карта распределения плотности моллюсков в открытых частях зал. Петра Великого представлена на рис. 1.

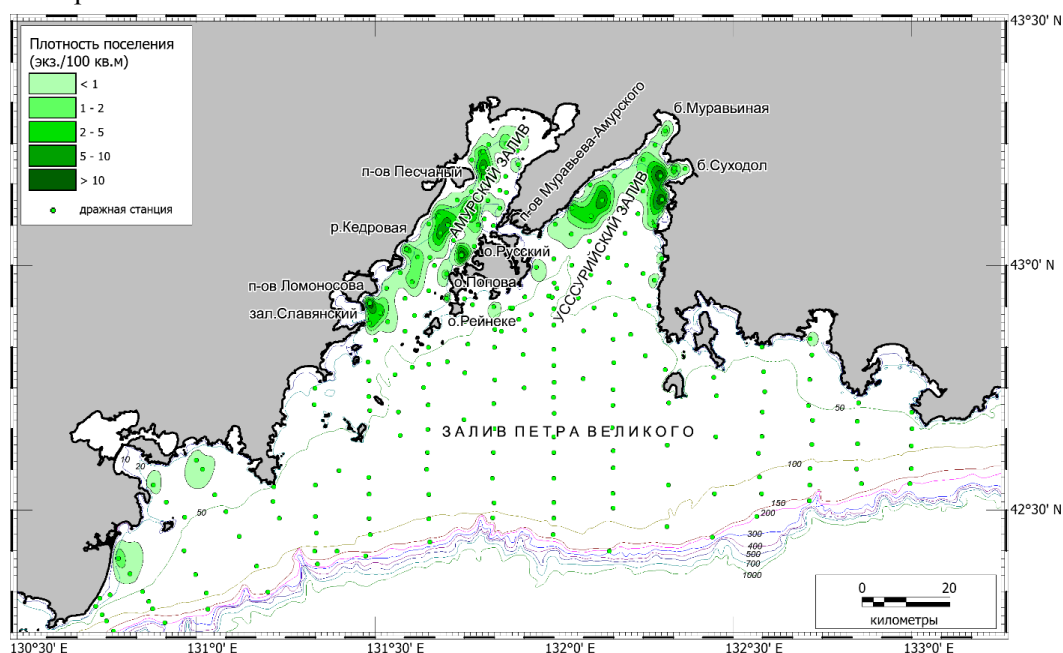


Рис. 1. Карта распределения плотности *Protothaca adamsii* по результатам дражной съемки залива Петра Великого

Взяв за основу данную карту, принимая во внимание распределение ядер плотности, нами выделено семь акваторий для изучения размерного состава. В Амурском заливе эти участки таковы: 1 – кутовая часть Амурского залива, расположенная севернее полуострова Песчаный; 2 – центральная часть Амурского залива, расположенная между полуостровом Песчаный и р. Кедровая; 3 – акватория у полуострова Ломоносова; 4 – приостровные акватории (о. Русский, о. Попова, о. Рейнеке) со стороны Амурского залива; 5 – южная часть Амурского залива, на выходе из зал. Славянский. В Уссурийском заливе осмысленно выделение двух участков: 6 – северо-восточная, кутовая часть; 7 – юго-западные акватории, примыкающие к побережью полуострова Муравьева-Амурского. Анализ кумулят размерного состава методами многомерного шкалирования показал, что акватории № 2 и № 3 по данному показателю практически не различимы. С этими двумя акваториями весьма сходен размерный состав моллюсков, населяющих приостровные акватории (№ 4). Объединив участки 3 и 4 с акваторией центральной части Амурского залива, для дальнейшего рассмотрения мы оставили пять поселений (рис. 2). Каждый из этих участков характеризуется своеобразным размерным составом (рис. 3, табл. 2).

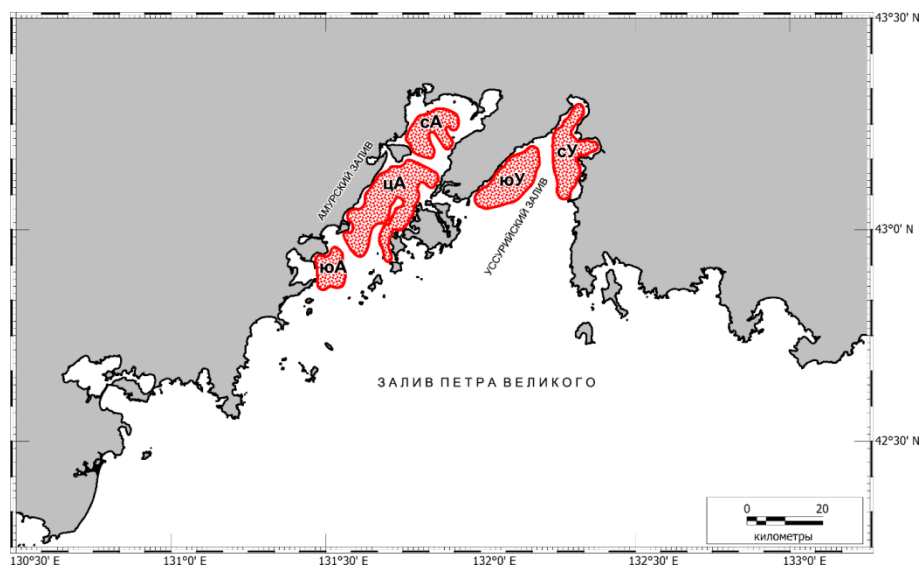


Рис. 2. Локализация поселений *Protothaca adamsii* в Амурском и Уссурийском заливах

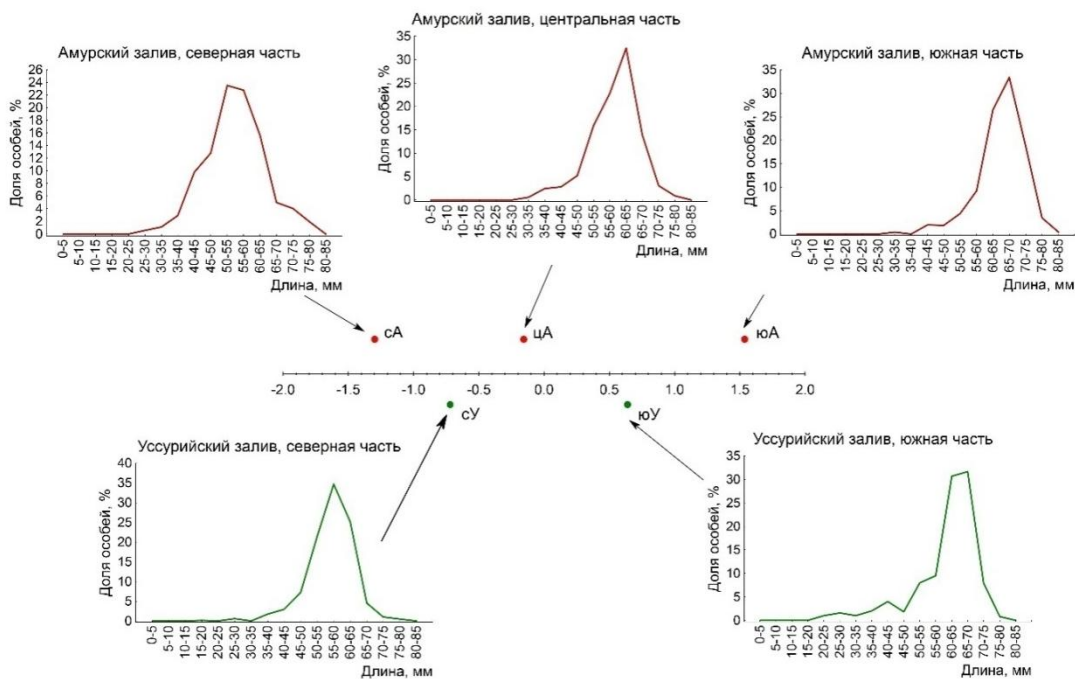


Рис. 3. Размерные составы *Protothaca adamsii* пяти поселений и их локализация на оси шкалирования

Размерные характеристики (длина особей, мм) *Protothaca adamsii* в поселениях

Поселение	Число особей	Среднее	Медиана	Min	Max	Станд. откл.	Кэфф. вариации	Ошибка средней
север Амурского залива (сА)	174	54,42	54,0	28,0	78,0	8,93	16,41	0,02
центр Амурского залива (цА)	341	58,38	60,0	33,0	78,0	7,59	13,01	0,01
юг Амурского залива (юА)	217	64,63	66,0	31,0	80,0	7,24	11,20	0,01
север Уссурийского залива (сУ)	354	56,16	57,0	19,0	77,0	6,76	12,05	0,01
юг Уссурийского залива (юУ)	78	60,63	63,0	21,0	78,0	10,06	16,59	0,03

Структура сходства размерных составов пяти акваторий на оси многомерного шкалирования представлена на рис. 3. В данном случае хватило всего одного направления. Стресс [6] для одномерного пространства равен нулю, а это означает, что конфигурация точек (кумулят размерного состава) на единственной прямой полностью восстанавливает матрицу различия.

Размерные составы поселений Амурского залива ранжированы с севера на юг, это же относится и к Уссурийскому заливу (рис. 3). Южная часть Амурского залива характеризуется самыми крупными в целом особями (модальный класс 65–70 мм), особи из кутовой части Амурского залива, наоборот, в общем самые мелкие (модальный диапазон 50–60 мм). Поселение центральной части Амурского залива характеризуется промежуточными характеристиками (60–65 мм). Аналогичную картину можно проследить и в Уссурийском заливе – более северное поселение характеризуется и более мелкими особями (мода 55–60 мм) по сравнению с более южным (60–70 мм).

При этом величина самых крупных особей из разных поселений практически одинакова, изменяясь в пределах 77–80 мм, чаще всего составляя 78 мм (табл. 2).

Известно [8], что для многих закапывающихся двустворчатых моллюсков характерна большая продолжительность жизни, стабильная в течение ряда смежных лет размерная структура поселений, существенное снижение скорости линейного роста при достижении определенных размеров и возраста, накопление возрастов в правой части размерного ряда, плохо отслеживаемые волны численности. В этом случае размерный состав скоплений во многом определяется внешними условиями, определяющими рост и успешность воспроизводства моллюсков, а не смещением урожайных поколений по размерному ряду. Мы полагаем, что *Protothaca adamsii* во многом присущи такие черты, и, следовательно, представленные выше различия в размерных составах поселений определяются природными условиями. Среди факторов, влияющих на жизнедеятельность моллюсков, стоит выделить температурный режим, соленость, обеспеченность пищей, волновое воздействие и состав грунтов.

Наиболее экстремальный температурный режим присущ акваториям, локализованным в кутовой части Амурского залива. Здесь ранее всех устанавливается устойчивый ледовый покров, и держится он дольше, чем на остальных акваториях [9]. Летом в силу относительной мелководности, закрытости и окруженности с трех сторон суши отмечается наибольший прогрев вод. Устойчивый ледовый покров почти ежегодно отмечается и на акваториях в северо-восточной части Уссурийского залива. В первую очередь это касается бухт Муравьиная и Суходол. Однако сходит лед на этом участке обычно раньше, чем в северной части Амурского залива [9]. Наибольшие летние температуры также характерны для этих двух мелководных бухт. В других, более открытых и глубоководных частях кутовой части Уссурийского залива прогрев не столь велик. Наиболее мягкий ледовый режим отмечается на южных акваториях Амурского и Уссурийского заливов. Здесь же в силу открытости и относительной глубоководности участков летние температуры относительно невысоки.

Соленостный режим на данных акваториях в основном определяется речным стоком. В куттовую часть Амурского залива пресные воды несет р. Раздольная (площадь водосборного бассейна 16830 км<sup>2</sup> [10]) и р. Амба (330 км<sup>2</sup>). В северо-восточную часть Уссурийского залива впадают реки: Артемовка (1460 км<sup>2</sup>), Шкотовка (714 км<sup>2</sup>), Суходол (617 км<sup>2</sup>) и Петровка. В центральную часть Амурского залива несет свои воды р. Барабашевка (576 км<sup>2</sup>). В южную часть залива впадают реки Нарва (332 км<sup>2</sup>) и Брусья, однако их воздействие на режим солености

южного (юА) и центрального (цА) участков опосредовано. Таким образом, наибольшему распространению подвержены акватории, расположенные в ктовой части Амурского, а затем Уссурийского заливов.

Летом в открытой части зал. Петра Великого преобладают ветры восточных, юго-восточных и южных румбов [9]. Волнение, развивающееся в результате таких ветров, наибольшее воздействие оказывает на южные участки Уссурийского и Амурского заливов.

Из представленного выше следует заметная неоднородность гидрологических условий рассмотренных акваторий. По нашему мнению, этим и определяются различия в размерных составах поселений *Protothaca adamsii*.

### Литература

1. *Lutaenko K.A., Noseworthy R.G.* Catalogue of the Living Bivalvia of the Continental Coast of the Sea of Japan (East Sea). – Vladivostok: Dalnauka, 2012. – 247 p.
2. Распределение и некоторые черты биологии *Protothaca adamsii* (Bivalvia, Veneridae) в заливе Петра Великого (Японское море) / *Е.Э. Борисовец, Р.В. Власенко, Д.А. Соколенко, Ю.О. Незамутдинова* // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. – С. 79–84.
3. *Мизюркин М.А., Явнов С.В.* Универсальная драга для учетных работ и добычи закапывающихся моллюсков // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 4. – С. 93–96.
4. *Скарлато О.А.* Двустворчатые моллюски умеренных вод северо-западной части Тихого океана – Л.: Наука, 1981. – 480 с.
5. *Уиллиамс У.Т., Ланс Дж.Н.* Методы иерархической классификации // Статистические методы для ЭВМ. – М.: Наука, 1986. – С. 269–300.
6. *Толстова Ю.Н.* Основы многомерного шкалирования. – М.: КДУ, 2006. – 160 с.
7. Recent state of commercial bivalves settlements at Primorye coast (Sea of Japan) / *R.V. Vlasenko, E.M. Repina, L.G. Sedova, D.A. Sokolenko* // Ecology of the marginal seas and their basins – 2013: Materials of the International Scientific Conference (September 28–30). – Vladivostok, Russia, 2013. – P. 325–358.
8. *Максимович Н.В.* О закономерностях организации популяций морских двустворчатых моллюсков: дис. ... д-ра биол. наук. – СПб., 2003. – 436 с.
9. Лоция Северо-Западного берега Японского моря – от реки Туманная до мыса Белкина. № 1401. – ГУНиО МО РФ. – 1996. – 360 с.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 18. Дальний Восток. Выпуск 3. Приморье. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 627 с.



УДК 582.272(265.54)

**Л.В. Жильцова**

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

**СОСТОЯНИЕ ЛОКАЛЬНОГО СКОПЛЕНИЯ НЕПРИКРЕПЛЕННОЙ  
БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *SARGASSUM PALLIDUM* НА ПОЛЕ АНФЕЛЬЦИИ  
В ПРОЛИВЕ СТАРКА (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

На поле анфельции пролива Старка отмечается долгоживущее локальное скопление саргассума бледного. Водоросли располагаются поверх пласта анфельции, характеризуются отсутствием органов прикрепления и новых ветвей в пазухах филлоидов.

**Ключевые слова:** неприкрепленный саргассум, анфельция, скопление.

**L.V. Zhiltsova**

*Pacific Research Fisheries Centre (TINRO-Center)  
Vladivostok, 690901  
e-mail: lidiya.zhiltsova@tinro-centre*

**STATE OF LOCAL ACCUMULATIONS OF FLOATING BROWN ALGAE *SARGASSUM PALLIDUM* ON THE FIELD OF AHNFELTIA IN THE STARK STRAIT (PETER THE GREAT BAY, JAPAN SEA)**

On the field of ahnfeltia in the Stark Strait the long-lived local accumulation of *Sargassum pallidum* is noted. Algae are located on the top layer of ahnfeltia, characterized by the absence of attachment organs and new branches in the axils of phylloids.

**Key words:** unattached *Sargassum*, *Ahnfeltia*, accumulation.

В зал. Петра Великого произрастают два вида бурых многолетних водорослей рода *Sargassum*: *S. miyabei*, *S. pallidum*. Для них характерен межвидовой полиморфизм по типам органов прикрепления: *S. miyabei* прикрепляется к грунту слегка расширенным основанием ствола и ризоидами, а *S. pallidum* – конусовидным диском. Эти морфологические различия наряду с условиями среды обитания обуславливают локализацию таксонов по глубинам: *S. miyabei* по частоте встречаемости, проективному покрытию дна и биомассе преобладает в верхнем горизонте сублиторали и нижней литорали до 2 м, а *S. pallidum* имеет более широкий спектр оптимальных глубин (встречался до 22 м) [1–3].

Кроме того, поверх пластов неприкрепленной красной водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis* отмечается неприкрепленная форма *S. pallidum* [4, 5]. Диагностическими признаками неприкрепленного саргассума являются отсутствие органов прикрепления и репродуктивных органов. Для растений отмечен как бы эффект «сухой ноги»: основной ствол заужен книзу, напоминая усохшую ногу (рисунок).

Уже само существование пластообразующих неприкрепленных макрофитов, долговременно функционирующих во времени и пространстве, является уникальным, тем более образование «двухслойного» пласта из разных водорослей [4].

Целью данной работы является оценка современного состояния долгоживущего скопления неприкрепленного саргассума бледного на поле анфельции прол. Старка.

В работе использованы материалы экспедиций ТИНРО-Центра за период 1996–2017 гг., гербарные сборы, литературные данные. Исследования проводили по общепринятой гидробиоло-

гической методике в разные сезоны с использованием легководолазного оборудования [6]. Видовую принадлежность устанавливали по монографическим источникам [3, 7] с учетом номенклатурных изменений [8].



*Саргассум неприкрепленный на анфельции*

В зал. Петра Великого анфельция образует фитоценозы, которые неоднородны по составу и соотношению видов. Наиболее значимы в них сопутствующие *Ptilota filicina*, *Ahnfeltiopsis flabelliformis*, *Chondrus armatus*, которые могут формировать на полях водоросли-детерминанта небольшие по площади и фитомассе локальные скопления. Неприкрепленный саргассум также занимает прочное положение в сообществе анфельции: как сопутствующий вид отмечается круглогодично на протяжении многих лет на всех полях анфельции зал. Петра Великого, за исключением поля в районе г. Столовой. Наиболее часто саргассум представлен отдельными крупными слоевищами оливкового цвета длиной от 0,16 до 2,8 м, встречающимися по всему полю. *S. pallidum* неустойчив к темноте и в отличие от других сопутствующих водорослей распределяется всегда только поверх анфельции. По данным Варфоломеевой и др. [9], в лабораторных экспериментах его фотосинтетический аппарат полностью теряет свою функцию в темноте через 15–20 сут. В природе во время штормов происходит перемешивание пласта, и попавший вниз саргассум через какое-то время погибает.

В качестве эпифитов на слоевищах неприкрепленного саргассума отмечены *Dasya sessilis* и *Colpomenia peregrina*.

До 2000 г., отмечая наличие этой водоросли на анфельции, мы не обозначали его присутствие поверх пласта доминирующего вида как свободноживущее локальное скопление.

Небольшое по площади (составляет 10–15% от общей площади всего поля анфельции) скопление неприкрепленный саргассум формирует, покрывая поверхность пласта анфельции на 60–100%, только в прол. Старка. Отмечается оно в течение длительного времени на участке поля в районе м. Иванцова и характеризуется динамикой площади и плотности. Такой параметр, как высота пласта, применяемый для пластообразующих водорослей, в случае с саргассумом (в отличие от пtilоты, анфельтиопсиса и хондруса) оказался трудноопределимым. Так, например, в отдельные годы (2006 и 2017 гг.) скопление саргассума было довольно разряженным, и отмечались низкие значения плотности при минимальном проективном покрытии (таблица). Второй (или поверхностный) слой, как правило, более тонок, чем первый (нижний), и более рыхлый.

**Основные характеристики скопления неприкрепленного *Sargassum pallidum* на поле анфельции пролива Старка (Японское море)**

Год	Площадь поля анфельции, га	Площадь скопления саргассума, га	Средняя длина слоевища саргассума, см	Средняя плотность, кг/м <sup>2</sup>	Проективное покрытие пласта анфельции саргассумом, %
2000	705	85	117	1,7	70
2003	564	56	115	1,9	90
2006	626	71	112	0,7	60
2009	486	72	123	2,2	100
2012	543	54	132	2,6	100
2015	606	90	118	1,3	80
2017	558	60	110	0,9	60

Находясь в непосредственной близости друг от друга, анфельция и сопутствующие виды, несомненно, конкурируют между собой за ресурс. Известны работы, посвященные именно изучению взаимоотношений макроводорослей в сообществе анфельции [9–11]. Из этих работ видно, что основными механизмами межвидовых отношений, обеспечивающих доминирование вида для анфельции являются: потребление ресурсов (света, питательных веществ) и химическое воздействие на конкурентов. Сохранность же пласта в целом (его долгоживучесть) и доминантность анфельции обеспечивают высокая конкурентноспособность вида через адаптацию к экстремально низким интенсивностям света и ее аллопатическое воздействие на сопутствующие виды [12].

Пока не совсем неясны причины формирования неприкрепленных вторичных скоплений в сообществе анфельции с явным ее доминированием. Они не изолированы генетически от популяций прикрепленных форм, так как пополняются за счет оторванных от субстрата и занесенных на анфельцию во время штормов водорослей. Образовались такие скопления, скорее всего, в условиях адаптации видов к ослабленному водообмену, освещению и неприкрепленному образу жизни. В процессе натурализации саргассума в пласте анфельции произошли морфологические и физиологические перестройки, приведшие к потере органов прикрепления и репродуктивных органов. В силу того, что анфельция обладает мощным адаптивным аппаратом, в межгодовом аспекте наблюдали лишь изменения основных характеристик скоплений этих видов от минимума (представлены буквально единичными экземплярами) до максимума (образовывали большие по площади и значимые по фитомассе пласты поверх анфельции), но никогда не отмечали полного замещения анфельции ими [4, 13].

В отличие от анфельции, сопутствующий ей неприкрепленный саргассум также не образует устойчивого сообщества с постоянным составом субдоминантов и сопутствующих видов.

### Литература

1. Щапова Т.Ф., Мокиевский О.Б., Пастернак Ф.А. Флора и фауна прибрежных зон острова Путятина (Японское море) // Тр. Института океанологии. – 1957. – Т. XXIII. – С. 68–101.
2. Петров Ю.Е. Род *Sargassum* С. Ag. В дальневосточных морях СССР // Новости систематики низших растений. – 1968. – С. 42–48.
3. Перестенко Л.П. Водоросли залива Петра Великого. – Л., 1980.
4. Жильцова Л.В., Кулепанов В.Н., Гусарова И.С. Свободноживущие локальные сообщества сопутствующих видов водорослей в пласте анфельции залива Петра Великого (Японское море) // Материалы I (VII) междунар. конф. по водным макрофитам «Гидробиология 2010». – Ярославль, 2010. – С. 113–115.
5. Кулепанов В.Н., Жильцова Л.В., Ерышев А.А. Распределение и экологические особенности водорослей рода *SARGASSUM* в заливе Петра Великого (Японское море) // Растительные ресурсы. Вып. 4. – 2014. – С. 526–532.
6. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне / Е.И. Блинова, О.Ю. Вилкова, Д.М. Милютин, О.А. Пронина, В.А. Штрик. – М., 2003. – 135 с.
7. Зинова Е. С. Водоросли Японского моря (Бурье) // Изв. ТОНС. – 1929. – Т. 3, вып. 4. – 63 с.

8. URL: [htt.www.Algaebase.org](http://www.Algaebase.org).

9. Варфоломеева С.В., Титлянов Э.А., Чербаджи И.И. Физиологические особенности конкурирующих водорослей сообщества анфельции тобучинской // Биология моря. – 1994. – Т. 20, № 1. – С. 34–41.

10. Набивайло Ю.В., Титлянов Э.А. Конкурентные взаимоотношения водорослей в природе и культуре // Биология моря. – 2006. – Т. 32 (5). – С. 315–32

11. Набивайло Ю.В., Скрипцова А.В. Физиологические основы межвидовых взаимодействий водорослей в сообществе *Ahnfeltia tobuchiensis* // Материалы докладов междунар. конф. «Современная физиология растений от молодежи до экосистем». – Сыктывкар, 2007. – С. 68–69.

12. Набивайло Ю.В. Конкурентные соотношения морских макроводорослей в моно- и бидоминантных сообществах в природе и в культуре: Дис... канд. биол. наук. – Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 2007. – 152 с.

13. Умудова Л.Л. Межгодовые изменения доминирующих макрофитов в бухте Баклан (залив Петра Великого) // Биология шельфовых зон Мирового океана: 2-я Всесоюзн. конф. по морской биологии. – Владивосток, 1982. – Ч. 3. – С. 44–45.

УДК 597.552.51(265.2)

**О.А. Захарова**

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: zakharova.oa@kamniro.ru*

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ  
О СОСТОЯНИИ ЗАПАСОВ ЗАПАДНО-КАМЧАТСКОЙ СИМЫ  
*ONCORHYNCHUS MASOU***

В работе представлены результаты исследований биологических показателей производителей симы некоторых рек западного побережья Камчатки. Определен возраст рыб. Впервые приводится информация о численности и состоянии запасов этого вида лососей на Камчатке.

**Ключевые слова:** западная Камчатка, сима, производители, длина, масса, возрастной состав, численность

**O.A. Zakharova**

*Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000  
e-mail: zakharova.oa@kamniro.ru*

**BIOLOGICAL CHARACTERIZATION AND CONTEMPORARY VIEW  
OF THE STATE OF MASU SALMON *ONCORHYNCHUS MASOU*  
STOCKS IN WEST KAMCHATKA**

In the article we have demonstrated the results of the analysis of biological data on masu salmon escapement in some rivers of West Kamchatka. The ages of the fish were estimated. The data on the abundance and the condition of the masu salmon stocks in Kamchatka are demonstrated first time.

**Key words:** West Kamchatka, masu salmon, spawners, length, weight, fecundity, age structure, abundance

Камчатка является единственным регионом, где воспроизводятся все шесть видов тихоокеанских лососей. Сима (*Oncorhynchus masou*) – малочисленный вид, наиболее теплолюбивый представитель рода *Oncorhynchus*, является эндемиком Азии. На полуострове этот лосось обитает преимущественно в водоемах западного побережья, но также имеются сведения о единичных ее поимках и в реках восточного побережья Камчатки [1, 2]. Ввиду малочисленности сима не является объектом специализированного промысла, в связи с чем этот вид лососей наименее изучен в регионе. Анадромная миграция симы в водоемы Камчатки начинается в последних числах мая – начале июня и продолжается до августа, совпадая со сроками нерестового хода чавычи [3–4]. В последнее десятилетие численность симы заметно возросла, что вызывает научный интерес к изучению ее биологии. Также этот вид становится все более востребованным в спортивном и любительском рыболовстве. До настоящего времени не было никакой информации о состоянии запасов симы на Камчатке, но благодаря материалам авиаучетных работ 2012–2013 гг. сейчас уже сложилось представление о величине нерестовых подходов этого вида лососей к рекам западного побережья полуострова.

**Материал и методы**

Материалом послужили данные биологических показателей (длина, масса, плодовитость, возрастной состав) производителей симы, полученные при изучении рыб в бассейнах рек Боль-

шая, Утка, Кихчик, Воровская, Пымта в период с 2010 по 2017 гг. Объем исследуемого материала составил 2782 экз. рыб (табл. 1). Результаты аэровизуальных обследований, которые были проведены в 2012–2013 гг. в реках Кихчик, Пымта и Коль, дающие представление о численности симы на побережье.

Таблица 1

Количество исследованного материала (экз.) по производителям симы некоторых водоемов западной Камчатки в период 2010–2017 гг.

Река	N Кол-во рыб	Длина, масса	Плодовитость	Возраст
Большая*	684	684	263	603
Утка*	995	995	403	858
Кихчик**	801	801	312	700
Воровская*	242	242	106	203
Пымта***	60	60	30	60
Всего:	2782	2782	1114	2424

Примечание. Материалы за период: \* 2010–2016 гг.; \*\* 2010–2017 гг.; \*\*\* 2017 г.

### Результаты и обсуждение

**Размерно-весовой состав, плодовитость.** Размерно-массовые показатели западно-камчатской симы ежегодно варьируют (рис. 1). Наиболее крупными особями представлены популяции рек Утка и Воровская, величина средней длины и навески рыб за период 2010–2016 гг. в этих реках была одинакова и составила 46,5 см и 1,60 кг, соответственно. Наиболее мелкие особи этого вида воспроизводятся в р. Кихчик. Средняя длина рыб (за период 2010–2017 гг.) в данном водоеме была 45,1 см, а масса – 1,34 кг. Исследования в р. Пымта в 2017 г. показали, что размерно-массовые показатели симы в этой реке составляют в среднем 44,9 см и 1,45 кг.

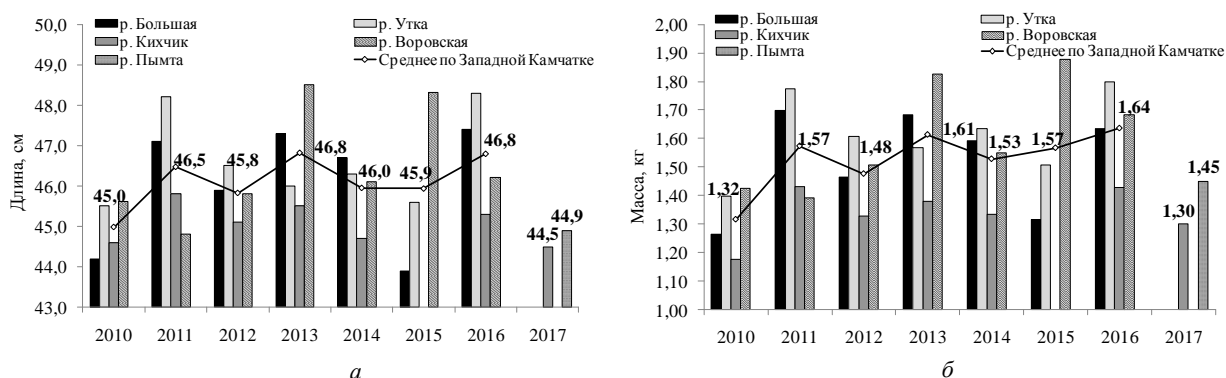


Рис. 1. Средние показатели длины (а) и массы (б) западно-камчатской симы в исследуемых районах воспроизводства (2010–2017 гг.)

В целом за весь период исследований длина тела производителей симы изменялась от 32,0 до 61,0 см, масса – от 0,46 до 2,92 кг, составляя в среднем 46,2 см и 1,52 кг, соответственно. В последние годы отмечено увеличение качественных показателей производителей симы в реках западной Камчатки (см. рис. 1).

Индивидуальная абсолютная плодовитость симы в реках западного побережья Камчатки за весь период исследований находилась в пределах 693–4 740, составляя в среднем 2 084 икр. на одну самку. Наиболее плодовитыми отмечены самки р. Кихчик, значения этого показателя в данной реке составили в среднем 2 238 икр. на одну самку. Минимальная плодовитость у рыб р. Большая – 1996 икринок (табл. 2).

Таблица 2

Показатели индивидуальной плодовитости симы в исследуемых водоемах западной Камчатки, (2010–2017 гг.)

Река	Среднее значение, икринок	Пределы значений, икринок
Большая *	1996	819–4029
Утка*	2101	730–4740
Кихчик**	2238	1015–4032

Река	Среднее значение, икринок	Пределы значений, икринок
Воровская*	2153	1079–3519
Пымта***	1115	693–1876
Итого по Западной Камчатке:	2086	693–4740

Примечание. По материалам за период: \*2010–2016 гг.; \*\*2010–2017 гг.; \*\*\*2017 г.

**Возрастной состав.** Возрастная структура западнокамчатской сими относительно других видов тихоокеанских лососей довольно проста и состоит из пяти возрастных групп: 1.1+, 2.1+ 3.1+, 1.2, 2.2 [5, 6]. За весь период исследований отмечено, что доминантной группой во всех водоемах являются рыбы возраста 2.1+ (57,7%), меньшую долю (41,1%) составляют особи, скатившиеся в море двухлетками – 1.1+. Также в уловах встречаются рыбы возрастом 3.1+, 1.2+ и 2.2+, но их доля не высока (табл.3).

Таблица 3

Возрастной состав сими в западно-камчатских реках, %

Река	1.1	2.1	3.1	2.2	1.2
Большая*	33,5	66,3	0,2	–	–
Утка*	45,6	53,7	0,1	0,6	–
Кихчик**	45,1	54,1	0,4	0,3	0,1
Воровская*	35,5	63,0	0,5	1,0	–
Пымта***	50,0	50,0	–	–	–
Все реки	41,7	57,7	0,2	0,3	0,1

Примечание. По материалам за период: \*2010–2016 гг.; \*\*2010–2017 гг.; \*\*\*2017 г.

**Численность.** До настоящего времени о численности сими в реках Камчатки сведений не было. Причиной чего являлось удаленность и дискретность мест ее размножения, а также невосприимчивость вида для целей промышленного рыболовства. В 2012 г. и 2013 г. при проведении авиаучетов чавычи в районах западного побережья Камчатки впервые была осуществлена оценка численности сими, заходящей на нерест в реки Кихчик, Пымта и Коль. Аэровизуальное обследование этих речных систем показало, что в данные реки в 2012 г. зашло около 90,2 тыс. особей этого вида, в 2013 г. – 29,0 тыс. рыб. Наиболее массовым отмечен подход сими к нерестилищам в р. Кихчик в 2012 г., где было учтено порядка 71,0 тыс. рыб (рис. 2). В других реках, количество рыб, зашедших на нерест, насчитывали от 6,0 тыс. до 12,5 тыс. особей.

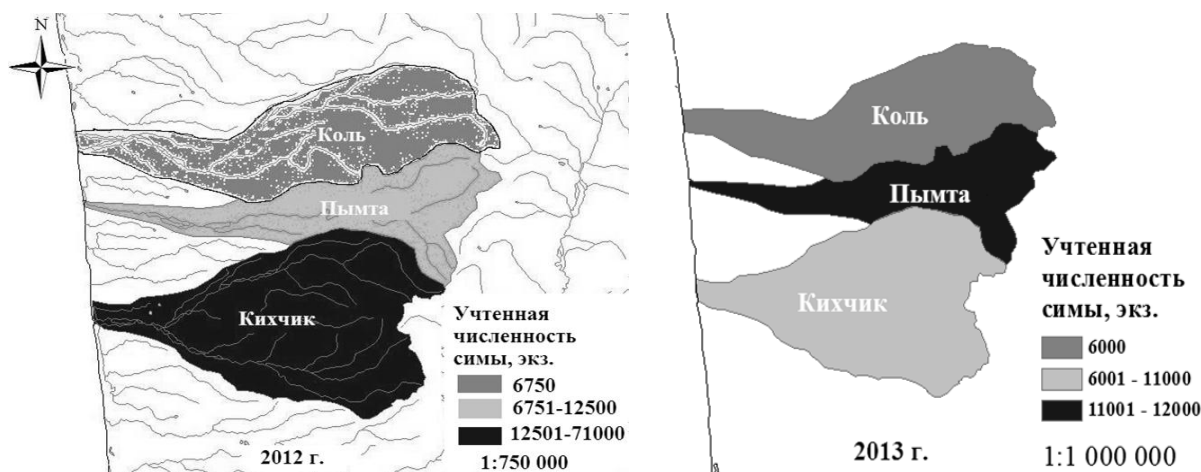


Рис. 2. Численное распределение производителей сими в 2012–2013 гг., по данным авиаучетных работ

Следует отметить, что поскольку сима не подвергается промысловому изъятию и выловы ее при спортивно-любительском рыболовстве ничтожно малы, то учетную численность можно оценивать как запас этого вида лососей на Камчатке.

В последующие годы авиаучетные работы не проводились по ряду организационных причин, но, тем не менее, по визуальным наблюдениям, в период полевых работ сотрудниками

КамчатНИРО отмечалось значительное увеличение уловов производителей симы на единицу рыболовных усилий по сравнению с предыдущими годами, что косвенно свидетельствует о росте ее запасов и урожайности поколений.

В настоящее время в связи с недостаточным количеством материала не предоставляется возможным провести анализ биологических показателей симы и оценить численность ее подходов в других реках западного побережья Камчатки. Для более полного представления о биологии и состоянии запасов симы в реках Камчатки необходимо продолжить исследования вида на полуострове.

### Заключение

Исследования биологических показателей производителей симы некоторых водоемов западного побережья Камчатки показали, что в средние размерно-массовые характеристики этого вида лососей в регионе составили 46,2 см и 1,52 кг, варьируя в пределах от 32,0 до 61,0 см и от 0,46 до 2,92 кг, соответственно. Средняя плодовитость самок составила 2086 икринок. Рыбы, воспроизводящиеся в р. Кихчик, отличались мелкими размерами, но более плодовитыми, по сравнению с особями других исследуемых рек. Наиболее крупная сима отмечена в реках Утка и Воровская. Возрастная структура западнокамчатской симы представлена пятью группами, доминантными из которых являются рыбы возраста 2.1+ и 1.1+.

В 2012–2013 гг. впервые была осуществлена оценка численности симы в некоторых реках западной Камчатки. Максимальные подходы отмечены в р. Кихчик в 2012 г., где было учтено порядка 71 тыс. особей. Полученная информация дает представление о состоянии запасов этого вида лососей на Камчатке.

### Литература

1. Семко Р.С. Новые данные о западнокамчатской симе // Зоологический ж-л. – 1956. – Т. 35. – Вып. 7. – С. 1017–1020.
2. Рыбы реки Камчатка: Моногр. / В.Ф. Бугаев, Б.Б. Вронский, Л.О. Заварина, Ж.Х. Зорбиди, А.Г. Остроумов, И.В. Тиллер; под ред. В.Ф. Бугаева. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2007. – 459 с.
3. Семенченко А.Ю. Экология западнокамчатской симы *Oncorhynchus masu* (Brevoort) (Salmonidae) в период нерестовой миграции // Вопросы ихтиологии. – 1984. – Т. 24, вып. 4.– С. 620–627.
4. Структура популяций симы *Oncorhynchus masou* реки Коль (Западная Камчатка) и географическая изменчивость на ареале вида / А.М. Малютина, К.А. Савваитова, К.В. Кузицин, М.А. Груздева, Д.С. Павлов // Вопросы ихтиологии. – 2009. – Т. 49, № 3. – С. 402–414.
5. Захарова О.А., Бугаев В.Ф. О продолжительности пресноводного периода жизни западнокамчатской симы *Oncorhynchus masou* // Изв. ТИНРО. – 2013. – Т. 175. – С. 110–126.
6. Захарова О.А., Бугаев В.Ф. 2015. Возрастная структура западнокамчатской симы *Oncorhynchus masou* // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. – 2015. – Вып. 38. – С. 7–16.



УДК 597.556.33(265.52)

**С.М. Зудина**

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: zudina.s.m@kamniro.ru*

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛА И РАЗМЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРСКИХ ОКУНЕЙ В ВОДАХ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ**

На основании данных, собранных в промысловых рейсах и данных промысловой статистики 2010–2017 гг., рассмотрены особенности промысла основных представителей морских окуней рода *Sebastes* в водах восточной Камчатки. Рассмотрен их размерный состав в траловых уловах.

**Ключевые слова:** северный морской окунь, тихоокеанский клювач, промысел, уловы, длина, трал, ярусный лов.

**S.M. Zudina**

## **FISHERY AND LENGTH CHARACTERIZATION OF ROCKFISHES IN THE WATERS ADJASANT EAST KAMCHATKA IN THE MODERN PERIOD**

*Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000  
e-mail: zudina.s.m@kamniro.ru*

Specifics of the fishery of major representatives of rockfish *Sebastes* spp. based on the data collected in commercial cruises in the waters off East Kamchatka in 2010-2017 was analyzed. Analysis of the length composition in trawl catches was carried out.

**Key words:** shortraker rockfish, pacific ocean perch, fishery, catches, length, trawl, longline fishing.

### **Введение**

Морские окуни рода *Sebastes* являются типичными представителями донной ихтиофауны прикамчатских вод. Тихоокеанский окунь (клювач) *Sebastes alutus* и северный *Sebastes borealis*, обитающие, преимущественно, на глубинах свыше 200 м, являются доминирующими видами среди окуней при глубоководном промысле.

В последнее время среди рыбаков-любителей отмечен чрезмерный интерес к данным промысловым видам, и фото с трофеем – «красным окунем», пойманном на спиннинг, уже не является чем-то необычным. Такой повышенный интерес связан, в первую очередь, с необычным внешним видом глубоководных представителей морских окуней, их яркой окраской и большими размерами.

Мясо всех представителей морских окуней обладает высокой пищевой ценностью [1, с. 42], что обуславливает их стоимость и спрос, особенно на внешнем рынке. Несмотря на это, уловы окуней в акватории Камчатки незначительны и ограничиваются десятками тонн. В связи с тем, что в последние годы количество исследований глубоководного комплекса неуклонно уменьшается, крайне непросто становится отследить динамику как промысловых показателей окуней, так и выявить изменения их биологических показателей. Так как морские окуни являются долгоживущими рыбами, поздно созревающими и имеющими относительно небольшую плодовитость, они не могут выдерживать больших нагрузок промысла.

В связи с отсутствием в последние годы исследований по данному вопросу, была поставлена цель – охарактеризовать промысел окуней в современный период, а также привести размерную характеристику основных представителей рода.

### Материал и методы

Материалом для исследований послужили биостатистические данные, собранные в рыбопромысловых рейсах сотрудниками лаборатории морских промысловых рыб КамчатНИРО, а также промысловая статистика из отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ) с 2010 по 2017 гг. Сбор материалов выполняли по стандартным ихтиологическим методикам.

### Результаты и обсуждения

Специализированный промысел морских окуней в двух рыбопромысловых районах восточной Камчатки (Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах) в настоящее время не ведется, преимущественно их добывают при промысле палтуса, трески. Связано это, в первую очередь, с особенностями промысла – как известно, морские окуни обитают на больших глубинах со сложными, скалистыми участками дна [2, с. 268], которые трудно облавливаются.

Окуней в рыбопромысловых подзонах восточной Камчатки добывают различными орудиями лова – ярусами, донными и разноглубинными тралами, снюрреводами. В Карагинской подзоне на промысле окуней преобладает донный ярус, а в Петропавловско-Командорской подзоне добычу окуней ведут тралами, преимущественно донными, а также разноглубинными тралами.

Динамика вылова морских окуней в Карагинской подзоне за последние 7 лет явно демонстрирует тенденцию к росту (рис. 1). Минимальный годовой вылов (10 т) отмечен в 2011 г., максимальный – в 2014 г. (68 т).

Основной мерой, направленной на рациональное использование запасов окуней и сохранение их запасов, является установление величины общедопустимых уловов (ОДУ) для каждой рыбопромысловой подзоны. Несмотря на отсутствие специализированного промысла, освоение общедопустимых уловов (ОДУ) морских окуней в Карагинской подзоне с 2012 г. не опускается ниже отметки 50% и находится на достаточно высоком уровне. В 2014 и 2015 гг. отмечалось небольшое превышение величины ОДУ. Несмотря на небольшие объемы перелова, необходимо ответственно подходить к осуществлению контроля вылова.

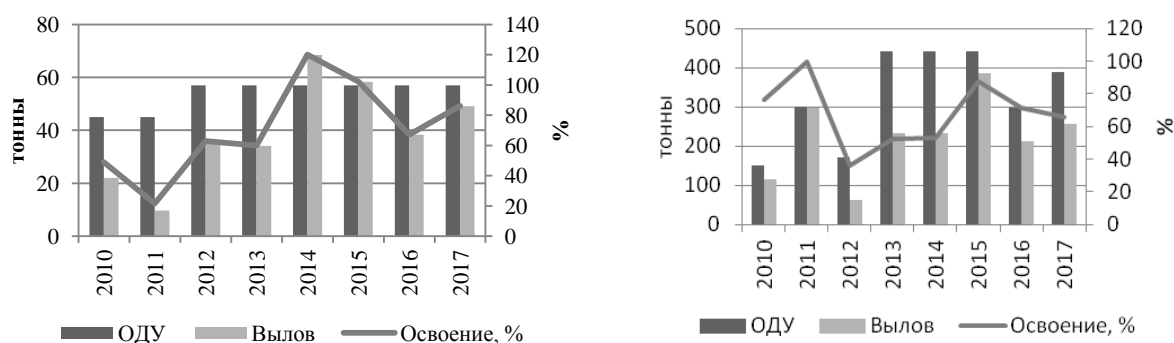


Рис. 1. Динамика вылова и освоение общедопустимых уловов морских окуней в Карагинской (слева) и Петропавловско-Командорской (справа) подзонах в 2010–2017 гг.

В Петропавловско-Командорской подзоне объемы добычи окуней значительно выше, чем в Карагинской. Минимальный годовой вылов в период с 2010 по 2017 гг. отмечен в 2012 г., он составил 61 т, максимальный вылов – 387 т пришелся на 2015 г. С 2013 г. годовые объемы вылова окуней не опускаются ниже 200 т, а освоение ОДУ также находится на достаточно высоком уровне. Только в 2012 г. освоение составило 36%, в остальной период – более 50% от величины, рекомендуемой к вылову (рис. 1).

Два основных вида – тихоокеанский *Sebastes alutus* и северный *Sebastes borealis* – на протяжении длительного времени являются доминирующими в уловах среди окуней. Так, в 2016 г. в Петропавловско-Командорской подзоне доля тихоокеанского окуня в уловах составляла около

84,0%, а в 2017 г. всего 9,2%, а вклад в уловы северного морского окуня в 2017 г. был равен 63,8%. Такие изменения связаны, скорее всего, с тем, что в один год промысел был приурочен к меньшим глубинам (150–350 м), где преимущественно концентрируется тихоокеанский окунь, а в 2017 г. облавливали больший диапазон глубин (200–600 м), где наиболее часто встречается северный окунь. В Карагинской подзоне в уловах абсолютно доминирует северный окунь, составляя 90% от уловов окуней, остальные 10% приходятся на тихоокеанского клювача. В прибрежных водах на небольших глубинах (от 25 м) из морских окуней широко распространен голубой окунь *Sebastes glaucus*, который в последнее время активно встречается как при промысле, так и при любительском рыболовстве.

Тихоокеанский окунь, являющийся самым многочисленным видом морских окуней в северной части Тихого океана, в прикамчатских водах наибольшей численности достигает у юго-востока Камчатки и с тихоокеанской стороны Северных Курильских островов. Является сравнительно мелким видом, длиной до 53 см и массой до 2,15 кг, со стройным туловищем. В водах восточной Камчатки не имеет сколь-нибудь сезонной, межгодовой динамики размерного состава [1, с. 9]. В Карагинской подзоне в 2016 г. в траловых уловах тихоокеанский окунь был представлен рыбами размером от 25 до 39 см (средняя 33 см), преобладала группа рыб длиной 30–35 см (рис. 2). В уловах доминировали самцы, их доля составляла 70%. В 2014 г. длина рыб изменялась в более широком интервале – от 19 до 45 см, основу составляли рыбы длиной 35–40 см, значение средней длины составляло 36,7 см (рис. 2).

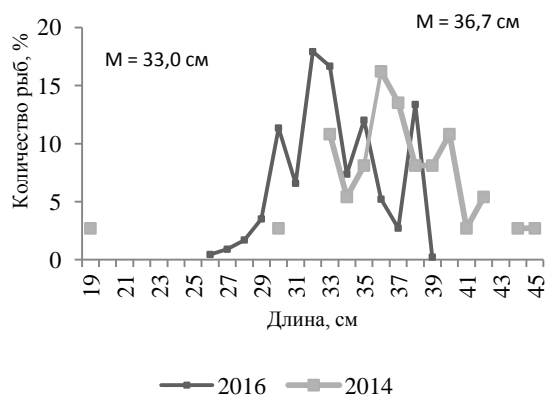


Рис. 2. Размерный состав тихоокеанского окуня *Sebastes alutus* в уловах донного трала в Карагинской подзоне

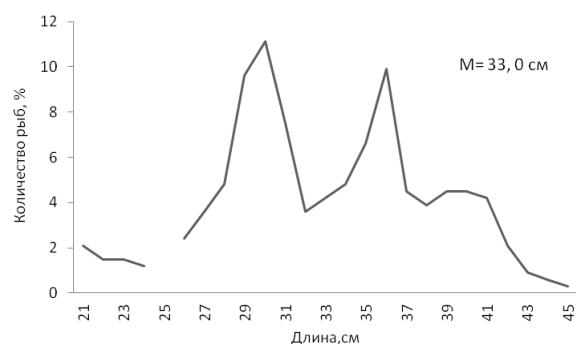


Рис. 3. Размерный состав тихоокеанского окуня *Sebastes alutus* в уловах донного трала в Петропавловско-Командорской подзоне в 2016 г.

В Петропавловско-Командорской подзоне в 2016 г. длина в уловах тихоокеанского окуня была схожей с показателями Карагинской подзоны, изменяясь от 20 до 45 см, при среднем значении 33 см. Наиболее часто встречались рыбы длиной 29–40 см, составляя 85% в уловах (рис. 3). Полученные данные подтверждают имеющуюся в литературе информацию о том, что наибольший вклад в уловы вносят рыбы длиной 32–42 см [2, с.9].

Второй по встречаемости вид морских окуней – северный морской окунь. Это крупный, с массивным, грузным туловищем вид, достигающий длины 120 см [1, с. 7]. В промысловых уловах в двух рыбопромысловых подзонах размерный состав северного окуня в 2013 г. немного различался. Так, длины изменялись в пределах 30–85 см, значения средних длин составляли 58 см в Карагинской и 54 см в Петропавловско-Командорской подзоне (рис. 4). Известно, что северный морской окунь достигает половой зрелости при длине 45–60 см, исходя из полученных данных можно отметить, что в данных районах значительную часть в уловах составляют как половозрелые рыбы, так и впервые вступающие в промысел.



Рис. 4. Размерный состав северного морского окуня в уловах донного трала в 2013 г.

### **Заключение**

Несмотря на свою ценность, морские окуни в прикамчатских водах добываются в небольших объемах. Специализированный промысел их в настоящее время не ведется, добывают их, главным образом, при промысле палтуса и трески. В уловах главное место занимают два вида – тихоокеанский и северный морские окуни, размерный состав в уловах которых от года к году не претерпевает значительных изменений.

В связи с отсутствием полноценных исследований рыб глубоководного комплекса в прикамчатских водах в последние годы, следует максимально осторожно подходить к промысловому использованию таких видов, как морские окуни, поскольку увеличение промыслового пресса неизбежно приведет к негативным последствиям.

### **Литература**

1. *Токранов А.М., Орлов А.М., Шейко Б.А.* Промысловые рыбы материкового склона прикамчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2005. – 52 с., илл. 12.
2. *Снытко В.А.* Морские окуни северной части Тихого океана. – Владивосток: Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-центр), 2001. – 486 с.

УДК 597.552.51(265.2)

**О.М. Исаева, А.Р. Ковех, К.А. Самойленко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: olisa24@bk.ru*

## **ОПИСАНИЕ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ КЛАССИЧЕСКИХ ВКУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ МОЛОДИ КИЖУЧА И ЧАВЫЧИ**

Впервые определена вкусовая привлекательность классических вкусовых веществ (сахароза,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ , лимонная кислота; 0.1 М) для двух видов лососевых рыб – *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum, 1792) и *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum, 1792). Обнаружено сходство вкусовых спектров этих рыб, населяющих реки камчатского полуострова.

**Ключевые слова:** вкусовая рецепция, вкусовые предпочтения, классические вкусовые вещества, лососевые рыбы, Камчатка.

**O.M. Isaeva, A.R. Kovekh, K.A. Samoylenko**

*Kamchatsky State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: olisa24@bk.ru*

## **DESCRIPTION OF ATTRACTION OF CLASSICAL TASTE SUBSTANCES FOR JUVENILE COHO AND CHINOOK SALMON**

The palatability of classical taste substances (sucrose,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ , citric acid, 0.1 M) for two species of salmon fish – *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum, 1792) and *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum, 1792) was identified. The similarity of the taste spectrum of these fish inhabiting the rivers of the Kamchatka Peninsula was found.

**Key words:** taste reception, taste preferences, classical taste substances, salmon, Kamchatka.

За последние несколько десятков лет исследования вкусовой сенсорной системы и ее роли в пищевом поведении рыб получили большое развитие благодаря внедрению нового методического подхода, основанного на регистрации поведенческих ответов на искусственные пищевые объекты, который позволяет оценивать вкусовые предпочтения рыб. Использование этого метода позволило выяснить, что вкусовые спектры являются устойчивым видовым признаком, они различаются по широте и составу у разных рыб, в том числе у близкородственных или сходных по образу жизни [1, 2].

Вкусовые свойства одних и тех же веществ обычно не совпадают или могут быть диаметрально противоположными для тех рыб, которые могут обитать в пределах одного водоема, питаться сходной пищей и являться близкородственными видами.

Поскольку потребление пищи рыбами в значительной мере определяется ее вкусовыми качествами [3, 4], отличия во вкусовых предпочтениях приводят к расхождению совместно обитающих рыб по кормовым объектам и снижают пищевую конкуренцию между ними. Целью настоящей работы служило сравнение вкусовых предпочтений у двух лососевых видов рыб (рода *Oncorhynchus*), населяющих протоку Карымай в нижней части бассейна р. Быстрая-Большая.

### **Район и методы исследований**

Исследовательские работы были проведены в рамках студенческой учебной практики на Карымайской биостанции в июле 2017 г. Выбор объектов был обусловлен местом проведения практики протокой Карымай и обилием в ней в летний период молоди лососевых рыб (рис. 1).

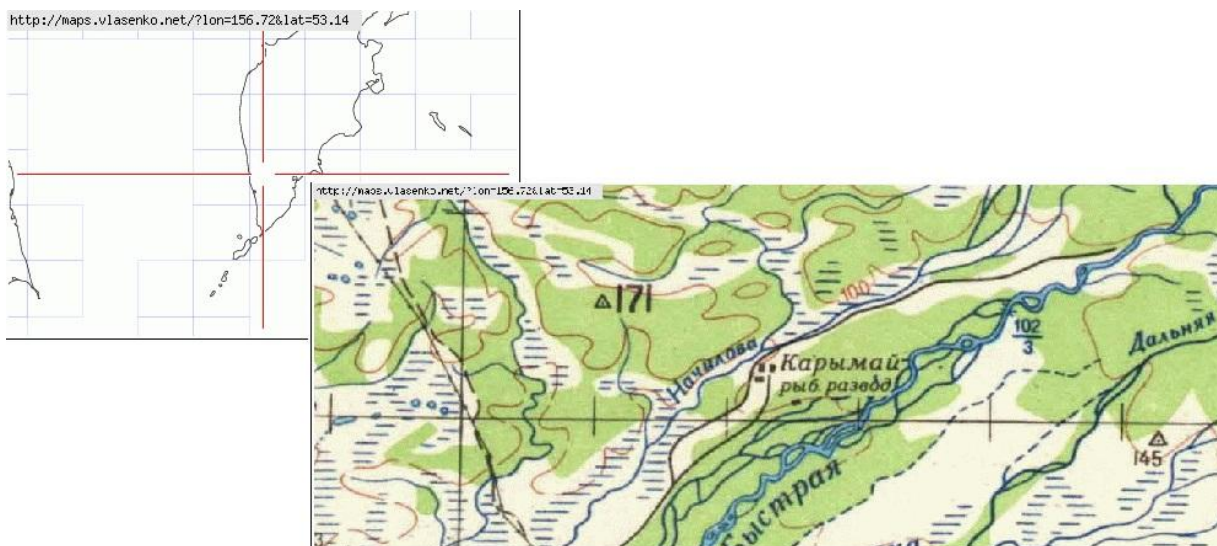


Рис. 1. Карта района исследований бассейн р. Быстрая-Большая, протока Карымай

Доступность и неприхотливость молоди лососевых рыб позволяет их легко отлавливать и содержать в аквариумах и экспериментальных установках в течение длительного времени. Выполнение несложных опытов по физиологии рыб или наблюдений за их питанием и поведением вполне возможно, и стало доступно в рамках учебной практики студентов на Карымайской биостанции. Для более глубоких и детальных исследований, требующих разнообразной аппаратуры и сложных методических приемов и технологий, мы планируем, в дальнейшем доставлять отловленных рыб в специально оборудованную лабораторию на кафедре водных биоресурсов КамчатГТУ.

Эксперименты выполнены на смолтах двух видов лососевых рыб – *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum, 1792) и *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum, 1792). Рыбы отловлены сетными орудиями лова на протоке Карымай бассейна р. Быстрая-Большая, где они относятся к наиболее массовым и совместно встречающимся видам.

После доставки в лабораторию Биостанции «Карымай» рыб рассаживали по одиночным аквариумам. До проведения опытов рыб приучали схватывать подаваемые поштучно гранулы, из-

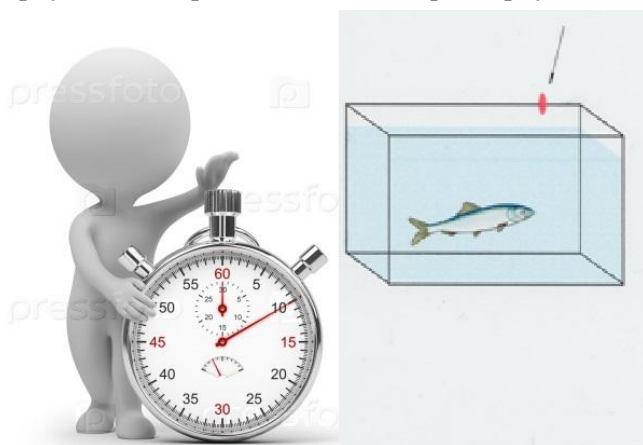


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

готовленные из агар-агарового геля. В каждом опыте в аквариум вносили одну гранулу и регистрировали число ее схватываний рыбой, длительность удержания во рту при первом схватывании и суммарно за все время опыта (2 мин), потребление или отвергание гранулы к концу опыта. Гранулы, отличающиеся по составу, подавали рыбам в случайном порядке с интервалом не менее 10–15 мин (рис. 2).

Цилиндрические гранулы имели диаметр 2 мм и длину 4 мм. В качестве вкусовых веществ, которые вводили в состав гранул, использовали сахарозу,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ , лимонную кислоту – так называемые

классические вкусовые вещества, вызывающие у человека ощущение сладкого, горького, соленого и кислого вкуса. Все классические вкусовые вещества имели концентрацию 0,1 М. Контрольные гранулы вырезали из геля, содержащего только краситель (Ponceau 4R, 5 мкМ). Кормление рыб осуществляли в конце каждого дня. Работы проводились по опубликованной ранее методике [4–7].

## Результаты и обсуждение

Из четырех веществ, подвергнутых тестированию, лимонная кислота обладала привлекательным вкусом для всех рыб. По интенсивности положительного ответа на гранулы с лимонной кислотой рыбы располагаются в порядке снижения повышения индекса вкусовой привлекательности следующим образом: *чавыча* > *кижуч*. Хлорид кальция обладал привлекательным действием в большей степени для чавычи, а хлорид натрия – для *кижуча*, вкус сахарозы для рыб обоих видов был явно детергентным (табл. 1 и 2).

Таблица 1

### Вкусовые ответы кижуча на классические вкусовые вещества

Раздражитель	Концентрация, М (%)	Потребление гранул, %	Число актов схватывания	Продолжительность удержания гранулы, с		Число опытов
				после первого схватывания	в течение всего опыта	
Хлорид кальция	0,1	76,0 ± 0,1	1,8 ± 0,1	3,8 ± 0,4	6,3 ± 0,3	25
Лимонная кислота	0,1	68,0 ± 0,1	1,9 ± 0,1	3,9 ± 0,4	6,7 ± 0,2	25
Хлорид натрия	0,1	52,0 ± 0,1	1,4 ± 0,1	3,3 ± 0,3	4,9 ± 0,2	25
Сахароза	0,1	28,0 ± 0,2	1,2 ± 0,1	3,2 ± 0,4	3,9 ± 0,4	25
Контроль	—	96 ± 0,1	1,9 ± 0,2	4,5 ± 0,4	8,1 ± 0,1	25

Полученные результаты показывают, что отношение лососевых рыб к вкусу классических вкусовых веществ похоже: у обоих видов рыб лимонная кислота обладала привлекательным вкусом; сахароза имеет детергентный вкус; вкус хлорида кальция – привлекательный для кижуча в большей степени, чем для чавычи и хлорида натрия индифферентный. Отличает этих рыб их отношение к вкусу контрольных гранул – наиболее охотно они потреблялись *кижучем* (96%), менее охотно чавычей (40%).

Таким образом, вкусовая привлекательность классических вкусовых веществ для лососевых рыб имеет элементы очевидного сходства, однако полное совпадение отсутствует.

Таблица 2

### Вкусовые ответы чавычи на классические вкусовые вещества

Раздражитель	Концентрация, М (%)	Потребление гранул, %	Число актов схватывания	Продолжительность удержания гранулы, с		Число опытов
				после первого схватывания	в течение всего опыта	
Лимонная кислота	0,1	100,0 ± 0,0	1,8 ± 0,1	3,2 ± 0,5	4,7 ± 0,6	10
Хлорид кальция	0,1	80,0 ± 0,1	1,6 ± 0,1	2,8 ± 0,6	4,5 ± 0,3	10
Хлорид натрия	0,1	50,0 ± 0,2	2,0 ± 0,2	2,8 ± 0,4	5,4 ± 1,3	10
Сахароза	0,1	20,0 ± 0,1	1,6 ± 0,1	2,3 ± 1,2	5,8 ± 0,4	10
Контроль	—	40,0 ± 0,2	2,0 ± 0,1	2,4 ± 0,3	9,5 ± 0,6	10

Предположение о том, что индифферентное отношение исследованных нами видов рыб к сахарозе связано с отсутствием растительных компонентов в питании и использованием животной пищи – преимущественно зообентоса или зоопланктона, подтверждается литературными данными по другим видам рыб. Так, установлено, что безразличное отношение к вкусу сахарозы проявляет также и большинство других исследованных видов, принадлежащих к группе животноводных рыб: полярная камбала, полосатая зубатка, цихлазомы северум, серебряный карась, девятииглая колюшка, карп, голавль, голянь, каспийская кумжа, радужная форель, голец-даватчан, кета, сибирский осетр и ряд других. Из вышеперечисленных видов только у карпа и голяня в питании встречаются растительные объекты, но они в рационе этих рыб не доминируют (табл. 3) [8].

Другим вкусовым веществом, ответы рыб на которое представляет определенный интерес, является лимонная кислота. Известно, что лимонная кислота для большинства исследованных видов рыб служит высокоэффективным вкусовым стимулом, существенным образом влияющим

на потребление гранул [1, 4, 8]. У двух – кижуча и чавычи – лимонная кислота вызывала положительные вкусовые ответы. Согласно ранее полученным данным лимонная кислота обладает отталкивающим вкусом для таких карповых рыб, как плотва, серебряный карась [8]. И в то же время для карпа, белого амура, гольца-кристивомера, гольца-намайкуша, даватчана, каспийской кумжи, девятииглой колюшки лимонная кислота служит вкусовым стимулятором, усиливающим потребление гранул (табл. 3). Связать отношение рыб к вкусу лимонной кислоты с особенностями питания того или иного вида, как и в случае большинства других вкусовых раздражителей (за исключением сахарозы), пока не удается [4].

Таблица 3

**Вкусовая привлекательность классических вкусовых веществ для разных видов рыб**

Виды рыб	Лимонная кислота, 5%	Хлорид кальция, 10%	Хлорид натрия, 10%	Сахароза, 10%
Карповые				
Лещ	+**	+	+**	0
Линь	+***	+***	+***	0
Золотой карась	-***	+	0	0
Горчак	-***	0	0	0
Севрюга	-**	Нет данных	-**	0
Лососевые				
Гольц-даватчан	+***	0	0	0
Гольц-намайкуш	+***	+***	+**	0
Каспийская кумжа	+***	+**	+***	0
Кета	-***	0	0	0
Пецилиевые				
Гуппи	+***	0	0	+**
Камбаловые				
Полярная камбала	-*	+	+**	0

*Примечание:* «+» – стимулирующее действие, «-» – детергентное, 0 – индифферентное. \*, \*\*, \*\*\* – достоверность отличия от контроля соответственно  $p < 0,05, 0,01, 0,001$ . Лещ, линь, горчак, золотой карась и верховка – собственные данные. Остальные даны по литературным источникам (Касумян, 1997; Касумян, Морси, 1996, 1997; Kasumyan, Nikolaeva, 2002; Kasumyan, Døving, 2003). Цит. по [8].

Как было выяснено в ходе более ранних исследований, вкусовые предпочтения солей – хлористого натрия и хлористого кальция – не связаны с принадлежностью рыб к группе пресноводных, эвригалинных или морских рыб [4, 8]. Имеющиеся к настоящему времени данные не обнаруживают какой-либо отчетливой связи между условиями обитания рыб (соленость воды) и их вкусовыми предпочтениями к солям. Эти вещества вызывают различные, а в некоторых случаях и диаметрально противоположные по характеру вкусовые поведенческие ответы у рыб со сходным отношением к солености воды. Так, например, хлорид натрия является вкусовым стимулятором для пресноводных рыб – леща, линя, ельца, белого амура, гольца-кристивомера, европейского хариуса и плотвы и для морской полярной камбалы, а для пресноводных серебряного карася, сибирского осетра и цихлазомы северум это вещество служит детергентом, достоверно снижающим потребление гранул. Отталкивающим вкусом эта соль обладает для проходной севрюги и морской наваги. У пресноводных гуппи, гольяна и гольца-даватчана, а также у горчака, верховки, золотого карася, эвригалинной девятииглой колюшки, у анадоромной кеты и морской полосатой зубатки (*Anarhynchus lupus* Linnaeus) и трески отношение к вкусу хлористого натрия индифферентное (табл. 3) [6–8].

Согласно литературным данным авторов, использовавших другие методики определения вкусовых предпочтений, у исследованных ими видов рыб наблюдается столь же разнообразное отношение к вкусовым раздражителям, обладающим для человека соленым и горьким вкусом. Одни виды рыб – морской налим и фугу – проявляют к этим раздражителям негативное или индифферентное отношение, а радужная форель, нильская тиляпия, судак демонстрируют положительные реакции. Таким образом, сведения, приведенные из литературы для сравнительного анализа, а также наши собственные данные подтверждают предположение об отсутствии выраженной связи между принадлежностью рыб к группе морских или пресноводных видов и их вкусовыми предпочтениями к вкусу хлористого натрия и хлористого кальция компонентам природных вод [8].



В результате исследований нами были получены первые данные о питании молоди протоки Карымай и выяснены основные вкусовые предпочтения двух массовых и совместно обитающих видов лососевых рыб – кижуча и чавычи. Авторы надеются на продолжение исследований в области хеморецепции у видов рыб, обитающих в водоемах Камчатки.

### Литература

1. Касумян А.О. Вкусовая рецепция и пищевое поведение рыб // Вопросы ихтиологии. – 1997. – Т. 37, № 1. – С. 78–93.
2. Касумян А.О. Функциональное развитие хемосенсорных систем в онтогенезе рыб // Онтогенез. – 2011. – Т. 42, № 3. – Р. 205–212.
3. Mackie A.M. Identification of the gustatory feeding stimulants // Chemoreception in fishes (Ed. T.J. Hara ). – Amsterdam: Elsevier Scientific Publ. Comp., 1982. – P. 275–291.
4. Kasumyan A.O., Døving K.B. Taste preferences in fish // Fish and Fisheries – 2003. – V. 4. – P. 289–347.
5. Касумян А.О., Прокопова О.М. Вкусовые предпочтения и динамика вкусового поведенческого ответа у линя *Tinca tinca* (Cyprinidae) // Вопросы ихтиологии. – 2001. – Т. 41, № 5. – С. 670–685.
6. Исаева О.М., Тинькова Т.В., Касумян А.О. Вкусовая рецепция и пищевое поведение тропических помацентровых рыб // Морские биологические исследования: достижения и перспективы. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. – Т. 2. – С. 300–303.
7. Химическая защита от рыб у животных и растений коралловых рифов Южного Вьетнама / А.О. Касумян, О.М. Исаева, Т.В. Тинькова, Л.Т.К. Оань, В.Т. Ха // Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt đới, Số 14, 11. – 2017. – P. 154–162.
8. Исаева О.М. Вкусовые предпочтения и вкусовое поведение карповых рыб: Дис.... канд. биол. наук. – М., 2007. – С. 86–123.

УДК 582.272.7(265.52)"2017"

**А.Н. Кашутин, А.В. Климова**

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

**ДИНАМИКА РОСТА *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS*  
(PHAEOPHYCEAE, FUCALES) В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ В 2017 г.**

Приведены данные по сезонному развитию меченых растений *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в Авачинской губе в период с 01.04.2017 г. по 07.10.2017 г. Линейные размеры определяли у представителей трех морфо-размерных групп, имеющих на момент начала исследований 1, 3 и 5 дихотомий (условно обозначены нами как растения из групп D1, D3 и D5, соответственно). Наиболее активный прирост за 190 суток наблюдений регистрировали у самых молодых растений (группа D1). Так, линейные размеры их слоевищ к концу наблюдений увеличились на 579% от исходных, общая длина растений составила 231 мм. Относительный прирост общей длины у растений из групп D3 и D5 был значительно ниже, 343% и 106%, соответственно. Впервые показано, что, вопреки существующему мнению, у бурой водоросли *F. distichus* subsp. *evanescens* количество дихотомий не может являться регистрирующим признаком для определения ее возраста. За период наблюдений общее количество дихотомий у исследуемых нами растений из разных морфо-размерных групп увеличилось от 4 до 6.

**Ключевые слова:** *F. distichus* subsp. *evanescens*, линейный прирост, сезонное развитие, Авачинская губа.

**A.N. Kashutin, A.V. Klimova**

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

**GROWTH DYNAMICS IN *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS*  
(PHAEOPHYCEAE, FUCALES) FROM THE AVACHA BAY IN 2017**

We discuss data on the seasonal development of experimentally labeled plants of *Fucus distichus* subsp. *evanescens* from the Avacha Bay, which occurred from 01.04.2017 to 07.10.2017. We determined linear sizes in the plants from three morpho-dimensional groups, i.e., which had 1, 3 and 5 dichotomies at the beginning of our experiment (hereafter designated as plants from groups D1, D3 and D5, respectively). In the youngest plants (D1), we observed the most active increase of sizes during 190 days of observations. By the end of our observations, they increased in size by 579% from the initial size, and the total length of plants was 231 mm. In groups D3 and D5, the relative increase in total length of plants was significantly lower and made 343% and 106%, respectively. Our current data are the first evidence that the number of dichotomies cannot be used to determine the age of plants in *F. distichus* subsp. *evanescens*, contradicting previous reports by other researchers. During the whole observation period (6 months), the total number of dichotomies in our labeled plants from different morpho-dimensional groups increased from 4 to 6.

**Key words:** *F. distichus* subsp. *evanescens*, linear growth, seasonal development, Avacha Bay.

Бурая водоросль *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (C. Agardh) H.T. Powell, 1957 широко распространена в морях Дальнего Востока, от Японского до Берингова морей [1]. В литоральной зоне и у сублиторальной каймы фукус образует значительные поля шириной до 70–100 м и протяженностью более 2 км вдоль береговой линии, с биомассой 70 кг/м<sup>2</sup> и плотностью до 630 экз/м<sup>2</sup>. Общие запасы этого потенциально-промыслового вида в дальневосточных морях России оценены в более чем 1 млн т [2].

Фукусовые водоросли (пор. Fucales), и в частности обсуждаемый нами вид *F. distichus* subsp. *evanescens*, являются источником ценных сульфатированных полисахаридов – фукоиданов. Последние обладают уникальными биологическими свойствами и относятся к комплексным биомодуляторам [3, 4]. Содержание фукоиданов в талломах дальневосточных представителей пор.

Fucales колеблется в пределах от 1,5 до 7,9% от сухой массы [5] и зависит от стадии их фенологического развития, в первую очередь, от репродуктивного статуса [3]. Оно также подвержено изменениям, обусловленным сезонными колебаниями параметров среды произрастания водорослей, таких как температура, освещение, содержание макро- и микроэлементов [6].

Использование дальневосточных фукусовых водорослей в качестве сырья для выделения фукоиданов подразумевает детальное изучение не только сезонного изменения содержания в них полисахаридов и других ценных веществ, но и, в первую очередь, непосредственно их сезонного развития, поскольку без знания основ популяционной биологии невозможно организовать промысел и рационально изымать биологические ресурсы. Фенологическое развитие и возрастная структура популяции *F. distichus* subsp. *evanescens* в дальневосточных морях России изучены недостаточно.

В настоящей работе представлены результаты наблюдений за ростом трех групп растений *F. distichus* subsp. *evanescens* с разным количеством дихотомий из Авачинской губы в течение вегетационного сезона в 2017 г.

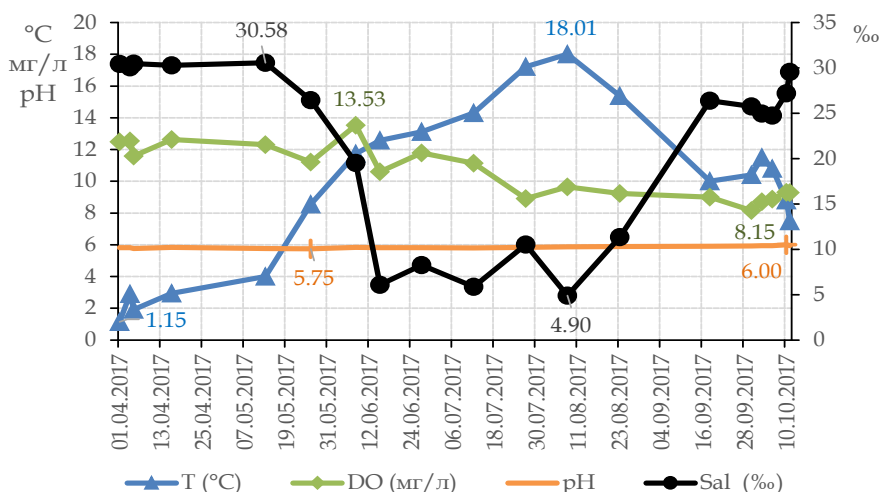


Рис. 1. Гидрологические показатели морской воды в местах исследований *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в бух. Сероглазка (для каждого показателя приведены максимальное и минимальное значение)

наблюдений разное количество дихотомий: 1, 3, 5 (далее по тексту: растения из групп D1, D3 и D5, соответственно). В каждой группе растений измеряли общие линейные размеры ( $L_{\text{общ}}$ ) и длину каждой дихотомии, т. е. расстояние между двумя ветвлениями ( $L_1, L_2, L_3, \dots, L_9$ ). Наблюдения за ростом проводили с 01.04.2017 г. по 07.10.2017 г., дважды в месяц. Общий период наблюдений за ростом *F. distichus* subsp. *evanescens* в естественной среде составил 190 сут.

Мы также проводили измерения гидрологических показателей морской воды в исследованных местах произрастания фукуса, включая температуру поверхностного слоя (Т, °C), растворенный кислород (DO, мг/л), водородный показатель (pH) и соленость (Sal, ‰). Для этого использовали портативный профилограф параметров среды RINKO-AAQ171 (JFE Advantech Co., Япония).

Температура поверхностного слоя воды акватории Авачинской губы в местах изучения роста *F. distichus* subsp. *evanescens* за период с 01.04.2017 г. по 18.10.2017 г. изменялась в пределах от +1,15 до +18,01°C (рис. 1). Активный прогрев акватории начался в последней декаде мая, максимальное значение температуры, зарегистрированное в начале августа, составило +18,01°C. Затем происходило осеннее выхолаживание вод Авачинской губы до +6,3 °C в середине октября.

Насыщение поверхностного слоя кислородом с начала исследований плавно снижалось с 12,49 мг/л в начале апреля до 8,15 мг/л в конце сентября (рис. 1). В октябре концентрация растворенного кислорода стала проявлять положительную динамику и к окончанию исследований достигла значения 10,02 мг/л. Изменение значений водородного показателя в поверхностном слое воды практически не менялось и в среднем составляло pH 5,9 (рис. 1). Соленость поверхностного слоя воды изменялась в широких пределах (рис. 1). В период паводков и речного половодья ее значение уменьшилось в 6,24 раза (с 30,58‰ до 4,90‰) и составило 5,6% от нормальной солености морской воды (35‰). Среднее значение солености воды в этот период продолжительностью четыре месяца (с конца мая по начало сентября) составило 9,50‰. В весенний и осенний периоды 2017 г. соленость воды не опускалась ниже 25‰.

В апреле в исследуемой популяции *F. distichus* subsp. *evanescens* встречались растения из разных морфо-размерных групп, с 1–11 дихотомиями (D1–D11). Наиболее массовыми среди них были растения с 5, 6 и 7 дихотомиями, и менее 40% популяции приходилось на остальные морфо-размерные группы.

Ювенильные растения с 1 дихотомией (группа D1) в начале наблюдений имели размеры 35 мм (рис. 2, а). Их наиболее активный линейный рост пришелся на период с середины мая по конец июля, поскольку за это время у них появилось четыре дихотомии с общим приростом растений на 92 мм. После непродолжительной паузы, продлившейся около месяца (с 27.07.2017 по 23.08.2017 г.), ростовые процессы возобновились. За весь период наблюдений (190 сут) растения из группы D1 увеличили свои общие линейные размеры на 139 мм и образовали 6 дихотомических ветвлений (рис. 2, а).

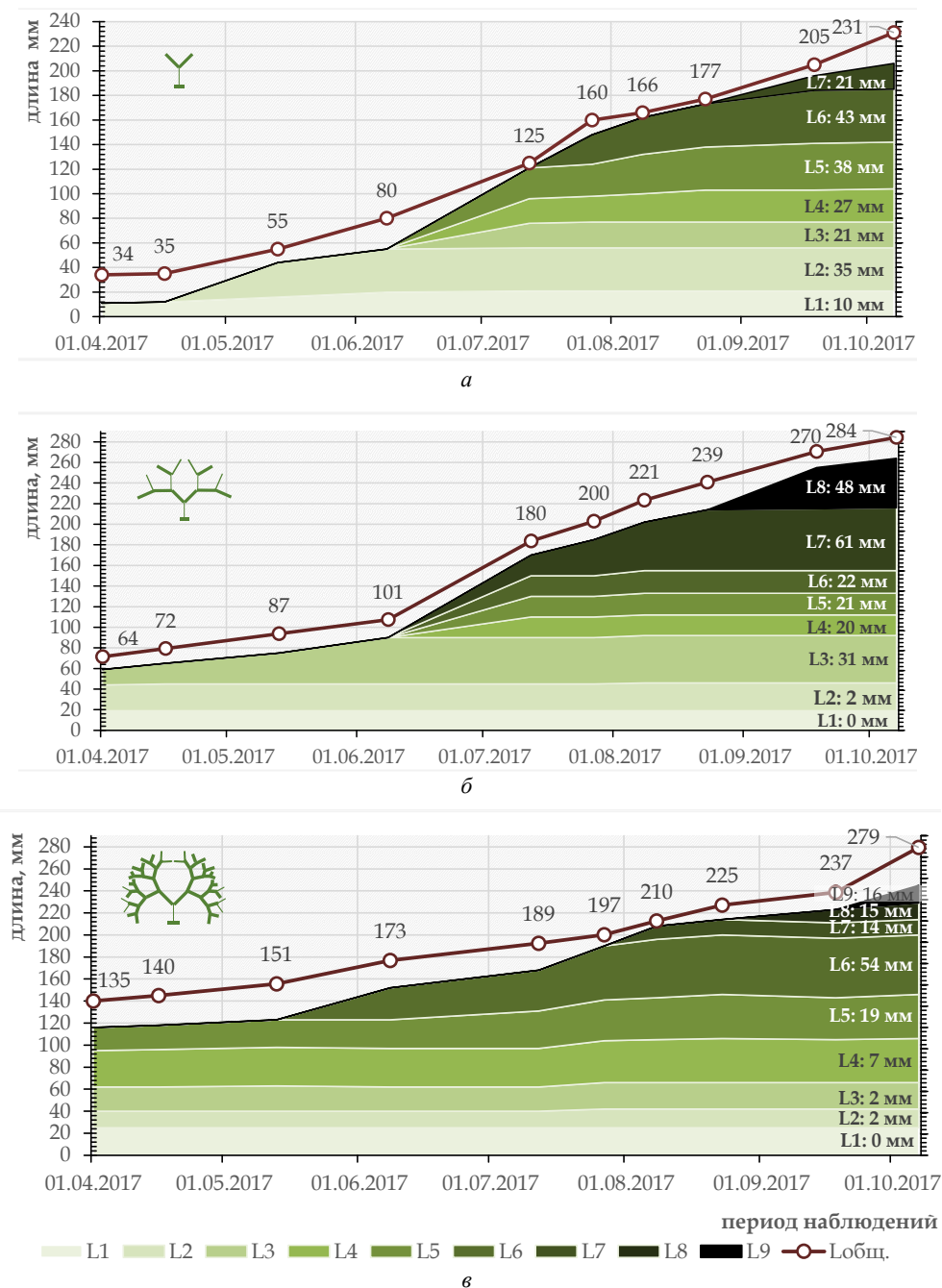


Рис. 2. Динамика роста *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в Авачинской губе за 190 сут:  
 а – растения, начавшие свой рост с 1-й дихотомии; б – растения, начавшие свой рост, имея 3 дихотомии;  
 в – растения, начавшие свой рост, имея 5 дихотомий. Условные обозначения: L1–L9 – линейные размеры дихотомий от 1 до 9, соответственно. Справа для каждой дихотомии указан суммарный прирост за весь период наблюдений

У представителей группы D3 наибольший прирост общей длины слоевища был зарегистрирован в период с первой декады июня по вторую декаду июля (рис. 2, б). За 30 сут у этих растений образовалось четыре дихотомии с общим увеличением длины на 41%. Увеличение линейных размеров у растений из группы D3 продолжалось вплоть до октября, и к концу наблюдений они достигли 284 мм и имели восемь дихотомических ветвлений (рис. 2, б).

Наиболее развитые растения из изученных нами групп *F. distichus* subsp. *evanescens* на момент начала наблюдений имели пять дихотомий (группа D5) и длину слоевища 135 мм (рис. 2, в). Кривая роста для представителей этой группы имела плавный, равномерный характер в течение всего вегетационного сезона. Дихотомии 6-го порядка появились у них в середине мая, следующие дихотомии 7-го порядка образовались только в первой декаде августа, т. е. спустя 2,5 месяца. В начале осени растения в этой группе были 237 мм длины, а общее количество дихотомических ветвлений достигло восьми (рис. 2, в). За весь период наблюдений представители группы D5 увеличились в размерах на 144 мм и образовали четыре дихотомии.

Из представленных выше данных по сезонному приросту растений из разных групп (D1, D3, D5) *F. distichus* subsp. *evanescens* видно, что наибольший прирост демонстрируют имевшие на начало вегетационного периода всего 1 дихотомию. За 190 сут наблюдений их линейные размеры увеличились на 579% от исходных и у них образовалось шесть дихотомических ветвлений. Прирост у представителей групп D3 и D5 был значительно ниже, 343% и 106%, соответственно. Максимальный зарегистрированный размер слоевища (330 мм) за весь период изучения популяции *F. distichus* subsp. *evanescens* в Авачинской губе был отмечен в начале октября у растений, имеющих 11 дихотомических ветвлений.

Активный линейный рост и интенсивное образование новых дихотомий у исследуемых растений из всех групп наблюдались в период повышения температуры морской воды, с конца мая по конец июля (рис. 1, 2). Непродолжительная задержка роста водорослей в группе D1 могла быть вызвана аномальным распреснением акватории Авачинской губы (до 4,90 ‰) и ее интенсивным прогревом (до +18,01 °С). С понижением температуры воды в районе исследований прирост линейных размеров фукуса возобновился.

Виды рода *Fucus* являются многолетними растениями. До сих пор считалось, что дихотомии на их слоевищах являются регистрирующими структурами, позволяющими точно определять возраст растений фукуса. Так, для представителей *Fucus vesiculosus* из Белого и Баренцева морей указывалось появление двух дихотомических разветвлений на центральной оси слоевища за один год [7, 8]. В работе В.Б. Чмыхаловой [9] указывалось, что для камчатской популяции *F. distichus* subsp. *evanescens* (ранее указывался в регионе как *F. evanescens*) характерно формирование одной дихотомии в год.

Наши исследования показали, что у всех исследуемых групп растений *F. distichus* subsp. *evanescens* из Авачинской губы за вегетационный период формировалось не менее четырех дихотомий (рис. 2), при этом строгого соответствия между их количеством и возрастом растений выявить не удалось. Таким образом судить о возрастной структуре популяции *F. distichus* subsp. *evanescens* по количеству дихотомий не представляется возможным.

Промысел этого вида водорослей на Дальнем Востоке России ограничивает удаленность его скоплений от населенных пунктов или мест переработки водорослевого сырья. Также из-за слабой изученности скорости роста и возрастной структуры в естественной среде он считается не перспективным объектом для искусственного выращивания. Наши исследования показали, что за один вегетационный период проростки *F. distichus* subsp. *evanescens* могут давать максимальный прирост до 20 см, при этом относительная скорость роста интенсивней у представитель самой молодой морфо-размерной группы.

## Литература

1. Петров Ю.Е. Ламинариевые и фукусовые водоросли морей СССР (морфология, экология, филогения, систематика): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1975. – 53 с.
2. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. – Владивосток, 2006. – 243 с.
3. Фукоиданы – сульфатированные полисахариды бурых водорослей. Структура и биологические свойства / С.Д. Анастюк, Н.Н. Беседнова, Л.Н. Богданович, С.П. Ермакова, Т.С. Запорожец,

Т.Н. Звягинцева, Т.И. Имбс, Н.Н. Ковалев, Т.Н. Крупнова, Т.А. Кузнецова, М.И. Кусайкин, С.П. Крыжановский, И.Д. Макаренкова, Т.Н. Пивненко, Л.М. Сомова, Н.М. Шевченко. – Владивосток. – 2014. – 380 с.

4. Усов А.И., Билан М.И. Фукоиданы – сульфатированные полисахариды бурых водорослей // Успехи химии. – 2009. – Т. 78. – С. 846–862.

5. Сравнительное исследование химического состава и противоопухолевой активности водно-этанольных экстрактов бурых водорослей *Laminaria cichorioides*, *Costaria costata* и *Fucus evanescens* / Т.И. Имбс, Н.П. Красовская, С.П. Ермакова, Т.Н. Макарьева, Н.М. Шевченко, Т.Н. Звягинцева // Биология моря. – 2009. – Т. 35, № 2. – С. 140–146.

6. Rioux L.E., Turgeon S.L., Beaulieu M. Effect of season on the composition of bioactive polysaccharides from the brown seaweed *Saccharina longicruris* // Phytochemistry. – 2009. – Vol. 70, № 8. – P. 1069–1075.

7. Кузнецов В.В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 320 с.

8. Максимова О.В. Некоторые сезонные особенности развития и определения возраста беломорских фукоидов. Донная флора и продукция краевых морей СССР. – М.: Наука, 1980. – С. 73–78.

9. Чмыхалова В.Б. Развитие бурой водоросли *Fucus evanescens* Ag. в прикамчатских водах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – 25 с.

УДК 582.272.46:639.64

**А.В. Климова, Т.А. Клочкова, Н.Г. Клочкова**

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

### **ВЫРАЩИВАНИЕ РАССАДЫ ЛАМИНАРИЕВОЙ ВОДОРОСЛИ SACCHARINA BONGARDIANA В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

В работе представлены предварительные результаты получения рассады камчатской ламинариевой водоросли *Saccharina bongardiana* в контролируемых лабораторных условиях. В качестве субстрата для выращивания проростков использовали полипропиленовый шпагат. За 60 суток культивирования на субстратах появились ювенильные спорофиты с линейными размерами слоевищ 0,2–0,8 мм. Они имели хорошо различимые функциональные части – пластину, ствол и ризоиды. Полученная таким образом рассада *S. bongardiana* пригодна для пересаживания в естественную среду.

**Ключевые слова:** марикультура, гаметофитная стадия, проростки, ламинариевые водоросли, *Saccharina bongardiana*.

**A.V. Klimova, T.A. Klochkova, N.G. Klochkova**

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

### **CULTIVATION OF SEEDLINGS OF THE KELP SPECIES, SACCHARINA BONGARDIANA, IN LABORATORY CONDITIONS**

We discuss preliminary results of obtaining seedlings of the marine brown alga, *Saccharina bongardiana*, under controlled laboratory conditions. A polypropylene thread was used as a substrate for growing young seedlings. During 60 days of cultivation, juvenile sporophytes of 0.2-0.8 mm in length developed on this substrate, with thalli differentiated into blade, stipe and rhizoids. The newly obtained seedlings of *S. bongardiana* were suitable for being transplanted into the natural seawater environment for further growth.

**Key words:** mariculture, gametophyte stage, seedling, laminariacean algae, *Saccharina bongardiana*.

Ламинариевые водоросли обладают способностью трансформировать соединения нефтепродуктов в более безопасные соединения и депонировать тяжелые металлы, очищая, таким образом, прибрежные акватории от негативного воздействия хозяйственной деятельности человека. У юго-восточной Камчатки одной из самых загрязненных акваторий является бух. Авачинская губа [1, 2]. На ее берегах находятся крупнейший город Камчатского края – Петропавловск-Камчатский и город-порт Вилючинск, являющиеся основными источниками антропогенного загрязнения прибрежных акваторий [3].

Одним из решений по улучшению экологической обстановки Авачинской губы является выращивание ламинариевых водорослей в местах, подверженных наибольшему антропогенному воздействию. В условиях Камчатки наиболее предпочтительным является использование исключительно местных видов ламинариевых водорослей для их искусственного выращивания в качестве санитарной марикультуры. Уникальный флороценотический состав бентосных сообществ восточной Камчатки, особые физико-географические условия региона, высокий полиморфизм и устойчивость к загрязнению определяют целесообразность использования для этих целей вида *Saccharina bongardiana* [4–6].

В настоящей работе представлен первый опыт получения рассады *S. bongardiana* в лабораторных условиях. Водоросли для экспериментов по выращиванию рассады собирали в литоральной или сублиторальной зоне Авачинской губы (бух. Завойко, м. Санникова, бух. Сероглазка) и у м. Маячный в периоды массового бесполого размножения (осень 2017 г.). Из собранного материала отбирали экземпляры с хорошо развитой спороносной тканью, покрывающей более 50% площади поверхности пластины без обрастаний. Все образцы промывали от песка на берегу, укладывали в термобоксы и доставляли в лабораторию.

При камеральной обработке у собранных образцов *S. bongardiana* отделяли участки пластины, имеющие зрелые сорусы спорангиев. Спороносную ткань дезинфицировали в слабом растворе йода и трижды промывали в автоклавированной морской воде. После этого проводили стимулирование выхода зооспор. Подготовленные высечки пластины *S. bongardiana* подсушивали на открытом воздухе при комнатной температуре. Затем их заворачивали в фильтровальную бумагу, укладывали в непрозрачные полиэтиленовые пакеты и помещали в холодильную камеру при 7–8°C на 14–20 ч. Далее высечки переносили в мерные стаканы (600 мл) с охлажденной стерильной морской водой и выдерживали при естественном освещении и температуре 15°C не более семи часов. Затем части пластин удаляли и полученную суспензию зооспор фильтровали через двойной слой марли.

Одновременно с обработкой водорослей вели подготовку питательной морской среды и субстрата для оседания зооспор. Для подготовки морской среды использовали стерилизованную морскую воду с соленостью 26–30‰, взятую в районе сбора водорослей. Эта вода обогащалась солями и биогенными веществами, необходимыми для нормального развития проростков [7]. Для подавления развития диатомовых водорослей и бактерий в лабораторных культурах сахаринны к морской среде добавляли растворы  $\text{GeO}_2$  (1 мг/л) и ампициллина (2 мг/л), соответственно.

В качестве субстрата для оседания зооспор использовали стерильный полипропиленовый шпагат. Его плотно и равномерно наматывали на поливинилхлоридную (ПВХ) трубу, формируя, таким образом, катушки для оседания зооспор. Затем готовые катушки кипятили в течение 3 ч, после чего трижды промывали в стерильной дистиллированной воде и выдерживали в ней не более 48 ч. Появление гаметофитов на подготовленном таким образом субстрате происходило без отклонений и позволило оптимизировать время его подготовки до 2,5 сут.

Отметим, что для исключения этапа прорезживания рассады необходимо строго контролировать концентрацию зооспор при оспоривании. Ее оптимальное значение для последующего выращивания проростков на искусственных субстратах должно находиться в диапазоне 9000–12500 спор/мл. В ходе наших экспериментов была получена суспензия зооспор с концентрацией 50000–1470000 спор/мл, из которой готовили рабочий раствор с необходимой оптимальной концентрацией путем разбавления суспензии стерильной морской средой. Концентрацию зооспор в среде определяли с помощью гемоцитометра (счетная камера Ньюбауэра).

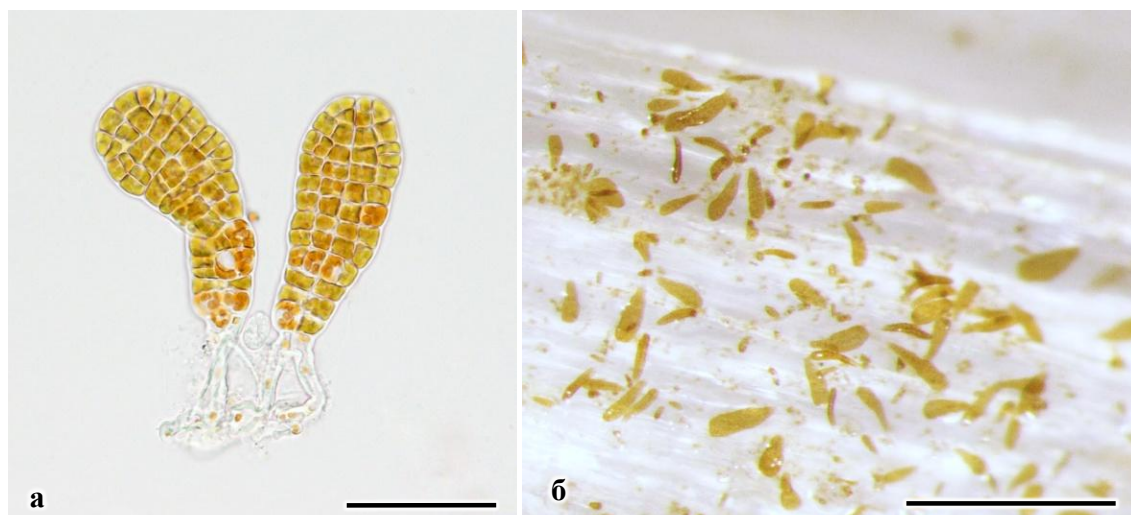
Оспоривание проводили в стерильных пластиковых контейнерах, заполненных морской средой (3,5 л) с оптимальной концентрацией зооспор. Подготовленные заранее катушки свободно распределяли по объему контейнера для равномерного оседания зооспор на их поверхности. Контейнеры помещали в условия темноты при постоянной температуре 10°C на 1 сут. Затем катушки с осевшими зооспорами пересаживали в новый контейнер с морской средой и с этого момента вели отсчет времени содержания культур в искусственной среде в сутках.

Культуры *S. bongardiana* содержали в холодильной камере Froster RV PRO 400 G при постоянной температуре 10°C, люминесцентном освещении 30 мкмоль фотон/(м<sup>2</sup>·с) (холодный белый свет) и фотопериоде 12 ч свет: 12 ч темнота. Контроль за ростом гаметофитов проводили три раза в неделю. Для этого катушки предварительно осматривали с помощью стереомикроскопа Olympus SZX10, оснащенного цифровой камерой DP27. Детальное изучение и определение стадий развития гаметофитов, а также контроль за загрязнением среды проводили с помощью биологического микроскопа Olympus BX53, оснащенного цифровой камерой DP73. Культуральную среду меняли 1 раз в неделю.

После оседания зооспор в лабораторных культурах *S. bongardiana* появлялись эмбриоспоры. На 2–3 сутки они формировали проростковые трубки и первые клетки гаметофитов. К 15-му дню культивирования у микроскопических гаметофитов уже прослеживалась половая дифференциация и можно было достаточно легко определить более крупные женские растения, состоящие из 2–10 клеток и мелкоклеточные разветвленные нити мужских гаметофитов, состоящие из восьми и более клеток. Стадия вегетативного роста гаметофитов продолжалась 30–40 сут с момента оседания зооспор. После этого они формировали женские и мужские гаметангии – оогонии и антеридии. Через 40 сут с момента оседания зооспор на субстрат из зрелых оогониев выходили яйцеклетки и после их оплодотворения формировались зиготы. Затем в течение последующих суток в зиготах происходило первое клеточное деление, дающее начало спорофиту, состоящему из двух и более клеток.

После появления в культурах *S. bongardiana* первых спорофитов к контейнерам с катушками подключали аэрацию и увеличивали освещение до 100 мкмоль фотон/(м<sup>2</sup>·с), при этом фотопериод (12 ч освещения и 12 ч темноты) не меняли.





Проростки *Saccharina bongardiana*, выращенные на искусственном субстрате в лабораторных условиях:  
 а – ювенильные однослойные спорофиты (после 45 суток культивирования),  
 б – обрастание спорофитами пропиленового шпагата.  
 Масштаб: а – 50 мкм, б – 500 мкм

К 45-м суткам культивирования в контейнерах с катушками появились ювенильные однослойные спорофиты, состоящие из 10–30 клеток (см. рис.). В ходе их дальнейшего роста и развития формировались растения, несущие многослойную пластину и развитые ризоидальные выросты. После 60 сут культивирования на пропиленовом шпагате появлялись проростки 0,2–0,8 мм длины. К этому времени катушки из-за развитых ювенильных спорофитов приобретали насыщенно-коричневый цвет, и проростки имели здоровый вид, хорошо различимые функциональные части – пластину, стволик и ризоиды. Полученные катушки с проростками 0,2 и более мм длины могут быть с успехом использованы как рассада для пересаживания в естественную морскую среду. Она может использоваться не только для санитарной, но и для товарной марикультуры. Разработанный способ получения проростков гаметофитов перспективен для решения вопросов поддержания продуктивности и восстановления естественных популяций камчатских ламинариевых водорослей.

Работа выполнена при финансовой поддержки «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере», проект № 10760ГУ2/2016 «Разработка биотехники получения рассады ламинариевой водоросли *Saccharina bongardiana* для санитарной марикультуры прибрежных акваторий восточной Камчатки».

### Литература

1. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 205 с.
2. Касперович Е.В. Техногенное влияние морских транспортных средств на состояние экосистем прикамчатских вод: Дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 154 с.
3. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2015 / Под ред. Коршенко А.Н. – М.: Наука, 2016. – 184 с.
4. Федорченко В.П., Макаров Е.О., Клочкова Н.Г. О возможности использования *Saccharina bongardiana* (Phaeophyta, Laminariales) в качестве индикатора металлического загрязнения морских прибрежных вод Камчатки // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2011. – Вып. 17. – С. 101–106.
5. Бурая водоросль *Saccharina bongardiana* как показатель экологического состояния мест нефтяного загрязнения в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) / А.В. Климова, Е.В. Касперович, А.Э. Кусиди, Н.Г. Клочкова // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2014. – № 29. – С. 65–74.
6. Воздействие антропогенного загрязнения на состояние макрофитобентоса в бухте Раковая (Авачинская губа, юго-восточная Камчатка) / Н.Г. Клочкова, А.В. Климова, С.О. Очеретяна, А.Э. Кусиди, Е.В. Касперович // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. – № 35. – С. 53–64.
7. Климова А.В., Клочкова Т.А. Особенности развития морской бурой водоросли *Alaria angusta* в искусственных условиях (Alariaceae, Ochrophyta) // Биология моря. – 2017. – Т. 43, № 1. – С. 32–38.

УДК 556.55:502.51(470.26)

**Е.В. Кривоускова**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: katekrivopuskova@gmail.com*

## **ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РОССИЙСКОЙ ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ АКВАТОРИИ ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД**

В ходе реализации стратегии развития туризма на территории Калининградской области озеро Виштынецкое в последние годы стало одним из основных мест отдыха большого количества людей. Ежегодно на его побережье по ориентировочным данным отдыхает до 25 тыс. человек, при этом 70% [1] составляет «дикий» туризм, поэтому оценка влияния рекреационной нагрузки на прибрежную территорию российской части озера становится важным аспектом в проведении мониторинговых работ на водоеме при определении его экологического состояния. В рамках исследования проводились гидрохимические исследования на семи станциях в районе наиболее массовых мест отдыха. При анализе полученных данных было выявлено сильное влияние неорганизованных мест отдыха на состояние прибрежной акватории, а также увеличение площадей зарастания высшей водной растительностью. Таким образом, прослеживается наличие негативного влияния туристических объектов на качество воды в прибрежной части акватории, особенно в сезон пиковой рекреационной нагрузки (период с мая по август).

**Ключевые слова:** озеро Виштынецкое, рекреационное водопользование, биогенные вещества, эвтрофикация.

**E.V. Krivopuskova**

*Kaliningrad State Technical University  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: katekrivopuskova@gmail.com*

## **INFLUENCE OF RECREATIONAL LOAD ON THE ECOLOGICAL STATE OF THE RUSSIAN COASTAL PART OF THE AQUATORIA OF THE LAKE VYSHTYNETSKOE IN THE SUMMER PERIOD**

As part of the implementation of the tourism development strategy on the territory of the Kaliningrad region, Lake Vishtynetsкое in recent years has become a place of recreation for a large number of people. Annually, up to 25 thousand people rest on its coast, while 70% make up "wild" tourism, therefore the assessment of the influence of recreational load on the coastal territory of the Russian part of the lake becomes an important aspect in conducting monitoring works on the lake. The research was conducted hydrochemical study at seven stations near the most abundant recreation. When analyzing the data obtained, a strong influence of unorganized recreation sites on the state of the coastal water area was revealed, as well as an increase in the areas of overgrowth of higher aquatic vegetation. Thus, it can be concluded that there is a negative impact of tourist facilities on water quality in the coastal part of the water area, especially during the season of peak recreational loads (the period from May to August).

**Key words:** Lake Vishtynetsкое, recreational use of water, retention, biogenic substances, eutrophication.

В современном мире развитие транспортной инфраструктуры и экономики делает более доступными для большого количества людей уникальные природные экосистемы, тем самым вызывая изменения состояния этих природных районов, иногда приводящие к катастрофическим последствиям. С увеличением потока посетителей увеличивается воздействие человека на экосистему, которое выражается в загрязнении почв, нарушении травянистого покрова, снижении видовой разнообразия и ухудшении качества водных объектов. Одним из основных видов

хозяйственной деятельности, активно развивающихся в последние десятилетия и сильно влияющих на природные экосистемы, является туризм.

Качество окружающей среды, как природной, так и антропогенной, имеет большое значение для развития туризма. Взаимосвязи между развитием рекреационной инфраструктуры и состоянием окружающей среды достаточно сложны, поскольку многие виды деятельности могут оказать неблагоприятное воздействие на природную экосистему, вызывая снижение ее рекреационной привлекательности. Негативные последствия развития туризма, такие как строительство общей инфраструктуры (дороги, парковки), гостиниц, ресторанов и сопутствующих объектов и последующая их эксплуатация, могут постепенно истощать экологические ресурсы. С другой стороны, рекреация может создавать благоприятное воздействие на биоценозы, способствуя развитию природоохранных мероприятий и сохранению природной среды. Кроме этого, развитие туризма может стать толчком для повышения осведомленности об экологической ценности и служить инструментом финансирования природоохранных мер и повышения их экономической значимости.

Среди всех природных экосистем наиболее значимыми для развития рекреации являются прибрежные территории различных водных объектов [2]. В прибрежной части водоемов строятся базы отдыха, организовываются стоянки для кемпинга, обустраиваются причалы для водных видов транспорта, а также создаются пляжи. Увеличивающиеся темпы урбанизации прибрежных зон водных объектов приводят к возрастанию объемов поступления органических и биогенных веществ, что в свою очередь приводит к изменениям гидрологического и гидрохимического режимов экосистемы, к повышению ее трофического статуса.

Рядом авторов [3] был введен термин «рекреационное водопользование» – деятельность человека, связанная с осуществлением различных видов рекреационных занятий (отдыха, спорта, туризма, оздоровления) в пределах акватории и побережья водоемов, которая оказывает прямое или опосредованное воздействие на экологическое состояние водной экосистемы. В то же время необходимо отметить, что зачастую рекреационная нагрузка (уровень непосредственного влияния отдыхающих людей на природные компоненты) на побережье, в том числе прибрежную часть акватории, выше нагрузок на акваторию водного объекта в целом.

В последнее десятилетие в Калининградской области активно реализуется программа по увеличению туристической привлекательности региона, в рамках которой создаются новые объекты для развития рекреации. К одному из таких объектов можно отнести природный парк «Виштынецкий», созданный в 2010 г., общей площадью 22 тыс. га и включающий в себя крупнейшее озеро области – Виштынецкое. В программе развития данной территории предусматривается рекреационное развитие прибрежной территории и акватории озера. В то же время в ней учитываются особые экологический и законодательный статусы природного парка [4].

С момента реализации стратегии развития туризма в Калининградской области ежегодно наблюдается планомерное увеличение организованного и неорганизованного туристического потока (до 12% ежегодно) в пределах прибрежной территории озера Виштынецкого. В общей сложности за рекреационный сезон (с мая по август) с учетом погодных условий (температура воздуха выше 22°C и отсутствие дождливой погоды) на рассматриваемой территории в среднем, согласно ориентировочным расчетам, отдыхает до 25 тыс. чел. (208 чел./сут) [4]. Вместе с тем отмечается увеличение концентрации биогенных и органических веществ в прибрежной части акватории озера.

Главная цель данного исследования – оценить экологическое состояние прибрежной акватории российской части оз. Виштынецкого в районах наибольшей рекреационной нагрузки.

Материалом для исследования послужили данные, полученные в рамках ежегодного экологического мониторинга оз. Виштынецкого, проводимого кафедрой «Ихтиология и экология» КГТУ. Из общей сетки станций (рис. 1) для оценки рекреационной нагрузки на акваторию озера отбор проб производился на семи станциях в прибрежной части водоема в непосредственной близости от мест отдыха. Места отбора проб находились на небольшом удалении от берега (3–4 м) на глуби-



Рис. 1 Стандартная схема станций ежегодных мониторинговых исследований

не 1,5–2 м. Пробы отбирались согласно стандартным методикам с поверхности, одновременно на станции измерялась температура, рН, концентрация кислорода в воде и электропроводность.

Гидрохимический анализ проводился в полевой специализированной лаборатории согласно общедоступным методикам [5]. Содержание общего фосфора в воде определялось по методике ПНД Ф 14.1:2.106-97. Концентрация хлорофилла «а» оценивалась спектрофотометрическим способом.

Озеро Виштынецкое по своему экологическому состоянию, а также морфометрическим и гидрологическим параметрам, является уникальной водной экосистемой на территории Калининградской области. Еще одной его отличительной особенностью является особый законодательный статус водоема. Согласно нормам международного права, это трансграничный водоем, по акватории которого проходит государственная российско-литовская граница, вследствие чего прибрежная территория озера имела особый пограничный режим и была малодоступна для широкого круга лиц. Однако в рамках создания природного парка «Виштынецкий» в режим посещения этого участка были внесены изменения, что позволило в полной мере использовать рекреационный потенциал побережья озера в пределах РФ.

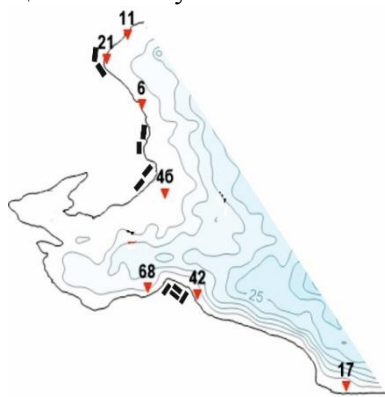


Рис. 2 Схема расположения станций (российская часть прибрежной части озера Виштынецкого)

Особое географическое положение, уникальная для региона водная экосистема, а также уникальная фауна и флора прибрежной наземной территории делает это место привлекательным для развития крупной рекреационной зоны. Рекреация может оказать сильное влияние на качество прибрежных вод, повысить трофический уровень водоема и поставить под угрозу существования уникальные для Калининградской области популяции пресноводных видов рыб: сига обыкновенного и европейской ряпушки.

В рамках поставленных задач по оценке рекреационной нагрузки проводился анализ данных, полученных на семи стандартных прибрежных станциях (рис. 2):

– ст. 11 – располагается в непосредственной близости к «неорганизованному пляжу», здесь же располагается исток единственной вытекающей из озера реки Писсы. Несмотря на запрет купания в благоприятные погодные условия в день тут находится в среднем до 15 чел.;

– ст. 21 – находится напротив базы отдыха МариНПО, где одновременно могут разместиться до 50 чел. В настоящий момент на базе ведется реконструкция, и количество отдыхающих может увеличиться в будущем в два раза;

– ст. 6 – производился контроль качества воды в непосредственной близости к неорганизованному месту кемпинга в районе гостевого дома «Виштынец», в сутки в этом кемпинге может находиться до 20 чел.;

– ст. 4 – контроль за качеством воды в районе воздействия базы отдыха «Виштынец» и детского лагеря «Жемчужина», одновременно здесь могут находиться до 300 чел.;

– ст. 68 и ст. 42 – осуществляется контроль качества в районе базы отдыха ЮЭС (ст. 42) и место неорганизованного отдыха (ст. 68);

– ст. 17 – контрольная, данная станция находится на удалении от всех возможных источников антропогенной нагрузки в труднодоступной местности.

В рамках проведенных исследований на указанных станциях проводился контроль качества воды по семи параметрам: легкоокисляемые органические вещества (оценивались по величине перманганатной окисляемости), концентрация минеральных форм азота (азота аммонийного, азота нитритов и азота нитратов), фосфора-фосфатов, общего фосфора (с 2016 г.), а также концентрация хлорофилла «а». Кроме этого производился визуальный осмотр, в рамках которого отмечалось наличие мусора и процент зарастания берега высшей водной растительностью.

При визуальном осмотре станций была отмечена тенденция к увеличению процента зарастаемости прибрежной территорией тростником (*Phragmites australis*) и представителями рода *Potamogeton*, в особенности это заметно на некотором удалении от мест купания, что также является биотическим показателем эвтрофирования данных участков. В местах отсутствия рекреационной нагрузки (ст. 17) такой тенденции не обнаруживалось. Также на некоторых станциях (ст. 6 и ст. 42) наблюдалось наличие плавающего мусора (пластиковые стаканчики и пакеты).

В то же время наблюдается тенденция к ухудшению качества грунта. Так, в районе ст. 42 наблюдается смена чистого песчаного грунта на заиленный, что в свою очередь увеличивает площади зарастания мелководья харовыми водорослями.

Для оценки количества поступающих органических веществ использовались данные о перманганатной окисляемости. Содержание легкоокисляемых органических веществ на исследуемом участке было относительно велико по сравнению с открытой частью водоема. Согласно классификации О.А. Алекина (1970) исследуемая вода попадала преимущественно в класс «средняя», окисляемость воды изменялась в диапазоне от 5,44 мгО/дм<sup>3</sup> до 7,19 мгО/дм<sup>3</sup>. Максимальное значение отмечалось на ст. 21, что согласуется с данными многолетнего анализа (1968–2012) [6, 8]. Необходимо отметить и относительно высокое значение перманганатной окисляемости на ст. 17, где дополнительное влияние оказывает поверхностный сток с заболоченных участков водосборного бассейна Виштынецкого озера. Отмечается тенденция к закономерному ухудшению класса качества вод, оцениваемого по О.А. Алекину, на рассматриваемых станциях в сравнении с другими станциями, где отсутствует рекреационная нагрузка. Так, окисляемость воды в открытой части озера относится к классу «малая» и находится в пределах от 4,24 до 4,84 мгО/дм<sup>3</sup>. В прибрежных частях содержание органических веществ всегда выше и в местах интенсивной рекреационной нагрузки принадлежит классу «средняя», а в отдельные периоды даже «повышенная».

Для оценки содержания минерального азота использовались данные о концентрациях азота аммонийного, нитрит и нитрат ионов. Стоит отметить, что максимальные концентрации нитрат-ионов закономерно соответствовали зонам с наибольшим процентом зарастания (ст. 68, 21, 42 и 46). Наибольшие концентрации азотсодержащих соединений приурочены к местам неорганизованного отдыха и прибрежной территории базы ЮЭС (старейшая база отдыха на озере).

Фосфор-фосфатов содержался тоже в достаточно больших количествах. В его распределении не прослеживаются в целом отмеченные выше закономерности. Максимальные значения отмечались на ст. 68, его концентрация доходила до 0,03 мгР/дм<sup>3</sup>, что является достаточно высоким показателем для экосистемы оз. Виштынецкого. В среднем концентрация фосфора-фосфатов в этом районе составила 0,013–0,015 мгР/дм<sup>3</sup>, что почти в два раза превышает среднюю концентрацию данного параметра в мелководной части озера.

Содержание общего фосфора является одним из показателей эвтрофикации водоема, его высокие концентрации в воде вызывают стремительное увеличение биомассы фитопланктона, что приводит к потере рекреационной привлекательности водной экосистемы. Анализ полученных данных показал, что рост количества отдыхающих и увеличение рекреационной нагрузки способствуют повышению концентрации общего фосфора в местах отдыха и купания. Максимальные значения концентраций данного параметра отмечались на ст. 68 и ст. 42, где концентрация его была на 20% больше, чем на остальных рассматриваемых станциях. В целом в сезон пиковой рекреационной нагрузки (лето) содержание общего фосфора на рассматриваемых станциях в воде было выше, чем на остальных участках с глубиной до 5 м.

Еще одним показателем экологического состояния водоема, который широко используется при экологическом мониторинге, является концентрация хлорофилла «а» в воде. В последние несколько лет на оз. Виштынецком отмечается достаточно активные процессы «цветения» водорослей в летний период, что в свою очередь отражается на концентрации хлорофилла «а». Можно отметить закономерное сходство в распределении хлорофилла «а» с распределением перманганатной окисляемости. Согласно классификации С.П. Китаева (1984), прибрежные воды озера в районе рекреационной нагрузки имеют олиготрофный статус, в то же время на некоторых станциях (ст. 42 и ст. 68) концентрация хлорофилла «а» достаточно высока и близка к уровню мезотрофных водоемов (2,83 мг/дм<sup>3</sup> и 2,92 мг/дм<sup>3</sup>). Остальная часть мелководья российской акватории не отличается высокими значениями концентраций хлорофилла «а», что не позволяет утверждать о наличии достаточно сильного влияния рекреационной деятельности человека на качество вод в исследуемом участке.

Одной из потенциальных угроз от развития туризма в прибрежной части водоема и его рекреационной привлекательности является так называемый неорганизованный туризм, или «дикий туризм». При неорганизованном туризме распределение нагрузок носит случайный (стихийный) характер и зависит от доступности той или иной территории, что отражается на качестве вод (так ст. 68 и ст. 17, по сравнению с другими прибрежными станциями, характеризуются боль-

шим/меньшим загрязнением). Кроме этого, одним из преимуществ организованного туризма является возможность планирования оптимального размещения и размеров функциональных зон. При «диком туризме» отсутствуют какие-либо элементы обустройства рекреационных территорий.

С ростом рекреационной привлекательности прибрежной части оз. Виштынецкого неконтролируемо увеличивается доля неорганизованного туристического потока (составляют до 70% от всего туристического потока). Развитие рекреационной зоны и увеличивающийся поток туристов приводит к увеличению поступления органических и биогенных веществ. Так, за летний период по ориентировочным данным на побережье Виштынецкого озера отдыхает «диким» способом до 10 тыс. человек, что дополнительно к естественной биогенной нагрузке привносит еще около 100 кг [8] общего фосфора, что может в перспективе отразиться на состоянии экосистемы.

Анализ многолетних данных летних мониторинговых исследований на станциях вблизи баз отдыха показал избыточный рост сине-зеленых водорослей, что отражается в увеличении концентрации хлорофилла «а» и повышенных значениях перманганатной окисляемости, а также концентрации биогенных веществ в воде. При этом концентрации исследуемых параметров на этих же станциях в зимний период характеризуются превышением ПДК (превышены нормативы для водоемов высшей рыбохозяйственной категории по азоту, фосфору, органическим веществам).

Таким образом, можно ожидать ухудшения качества воды в прибрежной части акватории оз. Виштынецкого при ежегодно возрастающем количестве отдыхающих, особенно в сезон пиковой рекреационной нагрузки (период с мая по август) и увеличении, таким образом, рекреационной нагрузки на исследуемую территорию. Для уменьшения отрицательного воздействия увеличивающегося потока туристов на экосистему оз. Виштынецкого необходимо установить контроль над количеством отдыхающих, организовать централизованные оборудованные доступные места отдыха. Дальнейшее развитие рекреационной сферы в пределах прибрежной территории озера должно строиться на принципах рационального и устойчивого развития.

### Литература

1. *Кривоускова 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.
2. *Россолимо Л.Л.* Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора / Л.Л. Россолимо; АН СССР, Ин-т географии. – М.: Наука, 1977. – 144 с.
3. *Григорьева И.Л., Чекмарева Е.А.* Влияние рекреационного водопользования на качество воды Иваньковского водохранилища // Известия РАН. Серия географическая. – 2013. – № 3. – С. 63–70.
4. *Озеро Виштынецкое* / Отв. ред. Тылик К.В., Шибяев С.В. – Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – 144 с.
5. *Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика: Учеб. пособие* / Т. А. Берникова [и др.]; Федер. агентство по рыболовству. – М.: Колос, 2008. – 303 с.
6. *Берникова Т.А., Нагорнова Н.Н., Цупикова Н.А.* Многолетние изменения содержания органических веществ в воде как показатель трофического уровня озера Виштынецкого // Известия Калининград. гос. техн. ун-та. – 2013. – № 28. – С. 70–78.
7. *Кривоускова Е.В., Берникова Т.А., Агаркова Т.С.* Оценка экологического состояния озера Виштынецкого (Калининградская область) по гидрохимическим показателям // «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» V Балтийский морской форум. Всерос. науч. конф.: Труды. – Калининград: ФГБОУ ВО «Калининград. гос. техн. ун-т». – 2017. – С. 192–197.
8. *Кондратов С.И., Купрюшин А.П., Чудаков А.А.* Создание искусственных водоемов для рекреации // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2009. – Т. 5, № 3. – С. 127–129.

УДК 597.552.51(470.26)

**Е.В. Кривоускова, А.В. Соколов**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: katekrivopuskova@gmail.com*

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РЯПУШКИ  
(*COREGONUS ALBULA L.*) В ОЗЕРЕ ВИШТЫНЕЦКОМ  
(КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Озеро Виштынецкое – олиготрофный водоем, экосистема, которого в последние десятилетие испытывает увеличение антропогенной нагрузки. Одним из индикаторов для оценки влияния интенсификации хозяйственной деятельности в прибрежной части водоема может быть популяция европейской ряпушки. В рамках проведенного исследования были рассмотрены такие структурно-биологические показатели, как размерно-возрастная структура, весовой рост и соотношение полов, поскольку именно изменение этих параметров может свидетельствовать о ухудшении экологического состояния водоема. На основании полученных результатов сделан вывод, что популяция европейской ряпушки находится в удовлетворительном состоянии. Однако, как показывает опыт олиготрофных озер Северо-Запада Европы, дальнейшее увеличение антропогенной нагрузки может привести к деградации популяции европейской ряпушки. Поэтому в настоящее время необходимо разработать природоохранные меры и рекомендации по стабилизации уровня антропогенной нагрузки.

**Ключевые слова:** европейская ряпушка, озеро Виштынецкое, структурно-биологические показатели, плодовитость.

**E.V. Krivopuskova, A.V. Sokolov**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: katekrivopuskova@gmail.com*

**STATUS OF POPULATION OF VENDACE (*COREGONUS ALBULA, L.*)  
IN LAKE VISHTYNETSKOE (KALININGRAD REGION)**

Lake Vishtynetskie is an oligotrophic waterbody, which ecosystem has been experiencing an increase in anthropogenic pressure in the last decade. One of the indicators for assessing the impact of intensification of economic activity in the coastal part of this lake may be a population of vendace. Within the framework of the study, such structural and biological indicators as: size-age structure, weight growth and sex ratio have been considered, since it is the change in these parameters that may indicate deterioration of the ecological state of the reservoir. Based on the results obtained, it has been concluded that the population of European vendace is in a satisfactory state. However, as experience of oligotrophic lakes in the North-West of Europe shows, a further increase in the anthropogenic load may lead to the degradation of vendace population. Therefore, at present, it is necessary to develop environmental measures and recommendations for stabilizing the level of anthropogenic load.

**Key words:** vendace, Lake Vishtynetskie, structural and biological parameters, fecundity.

Основными причинами ухудшения качества водных экосистем, в особенности олиготрофных, являются хозяйственная деятельность человека в акваториях и на территории их водосбора, рекреационное использование водных объектов, поступление сточных вод. Антропогенное вмешательство нарушает естественное равновесие водоемов, увеличивает их трофический статус и негативно влияет на состояние популяций гидробионтов.

В условиях увеличения закономерного роста промысловой нагрузки на водные биоресурсы, в особенности на рыбное население пресноводных экосистем, рыбохозяйственные исследования могут стать инструментом оценки влияния повышения уровня антропогенной нагрузки на водную экосистему.

Европейская ряпушка, *Coregonus albula L.*, является одним из важных компонентов ихтиофауны, являясь в большинстве водоемах промысловым видом, вступающим в сложные биотические отношения с другими элементами биоценоза.

На всем протяжении своего ареала, включая Калининградскую область, ряпушка является ценным промысловым видом, обладающим высокой коммерческой ценностью. Однако в большинстве водоемах ареала в последнее время уловы ряпушки падают, а исследования показывают, что популяции ряпушки этих озер находятся в депрессивном состоянии [1–3], что связано с воздействием на эти озера антропогенного фактора (эвтрофирование, загрязнение).

На территории Калининградской области европейская ряпушка является уникальным видом, поскольку обитает только в оз. Виштынецком, где относится к видам-индикаторам этого озера как олиготрофного водоема сигового типа. Кроме этого, это ценная промысловая популяция, которая в силу высокой естественной смертности и короткого жизненного цикла не обладает стабильным пополнением и чувствительна к изменению абиотических факторов.

В настоящее время, несмотря на программы рационального использования популяций ряпушки, в большинстве водоемов ареала обитания ее уловы подверглись сильному снижению, из некоторых озер она и во все исчезла (озера Шотландии) [1–3]. Как показали исследования, причина этих изменений – популяции ряпушки этих озер находятся в депрессивном состоянии в связи с воздействием на озера антропогенного фактора (уменьшение содержания кислорода, сокращение нерестовых площадей, эвтрофирование водоема). В последние несколько лет тенденция к увеличению антропогенной нагрузки наблюдается и на оз. Виштынецком [4], что в свою очередь может повлиять в дальнейшем и на популяцию ряпушки. Поэтому информация о современном состоянии рассматриваемой популяции становится отправной точкой для анализа влияния на нее хозяйственной деятельности человека, а также для того, чтобы своевременно принимать меры по сохранению этого вида и давать рекомендации к промыслу.

Материал для данной работы был собран в рамках экологического мониторинга состояния оз. Виштынецкого в период с 2007 по 2016 гг. За этот период было промерено 53 тыс. экз., на полный биологический анализ было взято более 2 тыс. экз.

Контрольные обловы проводились в зоне типичных биотопов таким образом, чтобы получить достоверную характеристику распределения, видового и размерного состава ряпушки в целом по водоему. Все материалы по контрольным уловам стандартизированы и приведены к общим показателям: длина сети 25 м, продолжительность лова – сутки [5].

Обловы промысловой части популяции проводились комплексом разнотипных орудий лова (ставные сети ячеей от 10 до 20 мм), имеющих разные селективные характеристики.

Как видно из приведенного ниже рисунка (рис. 1), доля (по численности и по биомассе) ряпушки в уловах в оз. Виштынецком составляет значительную часть по численности (на первом месте) – 41,8%. Это объясняется высокой численностью данного вида в водоеме. По биомассе

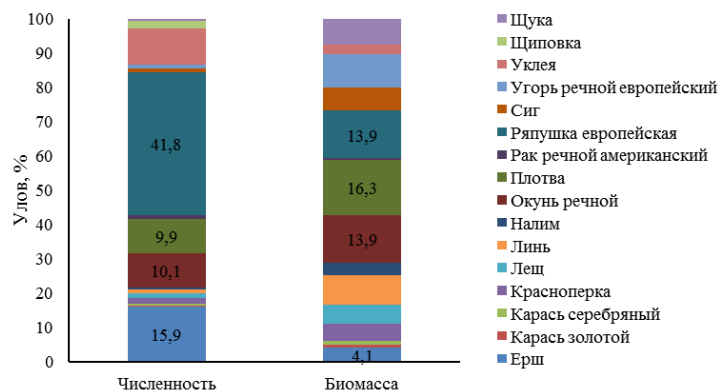


Рис. 1. Доля европейской ряпушки в контрольных уловах в озере Виштынецком в 2007–2016 гг., % по численности и биомассе

наблюдается обратная картина. Как видно из графиков, ряпушка располагается на третьем месте, а ее биомасса составляет 13,9%, что в свою очередь связано с малой индивидуальной массой особей данного вида в исследуемом водоеме (масса в редком случае превышает 40 г).

Анализ межгодовой динамики доли европейской ряпушки в контрольных уловах в период с 2007 по 2016 гг. (рис. 2) показал увеличение ее численности в уловах, а также заметные колебания, связанные со сменой поколений различной урожайности. По биомассе значительных изменений не обнаружено, в то же время анализ свидетельствует о стабильной средней массе ряпушки в уловах 20–24 г.



Необходимо отметить, что европейская ряпушка в прибрежной части оз. Виштынецкого в период наибольшей антропогенной нагрузки встречается очень редко, поскольку это пелагический стайный вид, об этом свидетельствует высокая доля (по численности и по биомассе) в уловах в открытой части водоема (над глубинами более 15 м) (рис. 3). Межгодовые изменения связаны, как уже говорилось выше, со сменой поколений различной урожайности.

Одной из основных характеристик популяции, реагирующей на увеличивающуюся антропогенную нагрузку на водный объект, является размерно-возрастная структура популяции. Вследствие того, что не на всех водоемах, на которых ведется промысел, производят экологический мониторинг, судить о влиянии процессов антропогенной модификации этих объектов можно судить по структурным показателям уловов наиболее чувствительных водных биоресурсов. Для оз. Виштынецкого таким биоиндикатором могут являться уловы европейской ряпушки.

Размерная структура популяции ряпушки в исследуемом водоеме представлены диапазоном длин от 7 до 19 см. Особи с минимальной длиной встречались редко (0,05% от всего улова). При этом преобладают особи с длинами 12–14 см (в среднем 65%) (рис. 4).

В результате использования разноглубинного трала для контрольных обловов с 2011 г. в размерной структуре появились особи с длиной 4–7 см, но для сравнения использовались лишь данные уловов ставными сетями.

Размерные группы с 16 до 19 см малочисленны и в сумме составляют не более 2% от общей численности. Это связано, скорее всего, с высокой естественной смертностью этих особей от интенсивного заражения внутриполостными паразитами.

В период с 2007 по 2016 гг. размерная структура относительно стабильна [7]. Доминирующими группами в популяции являются особи с размерами 11, 12 и 13 см. При этом на протяжении всего периода исследования доминирующие группы менялись, что связано с межгодовой динамикой пополнения.

Возрастная структура облавливаемой части контрольными орудиями лова популяции представлена пятью возрастными группами. Доминирующей возрастной группой является особи с возрастом 3 года (58%), в то же время эти особи составляют и основную промысловую часть популяции [8].

Данная возрастная структура наблюдается на протяжении всего периода исследований. В то же время наблюдаются некоторые колебания численности особей с возрастом 3 и 4 года. Однако

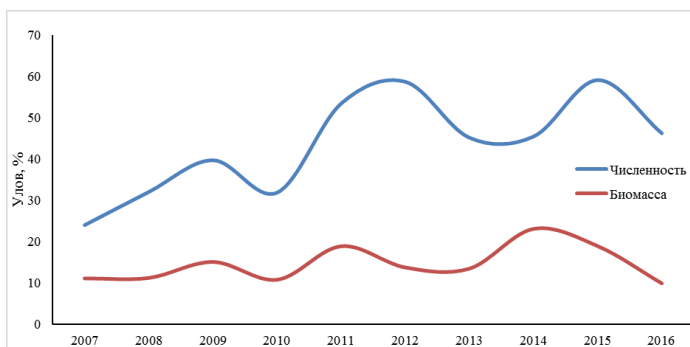


Рис. 2. Межгодовая динамика доли европейской ряпушки в контрольных уловах в озере Виштынецком в 2007–2016 гг., % по численности и биомассе

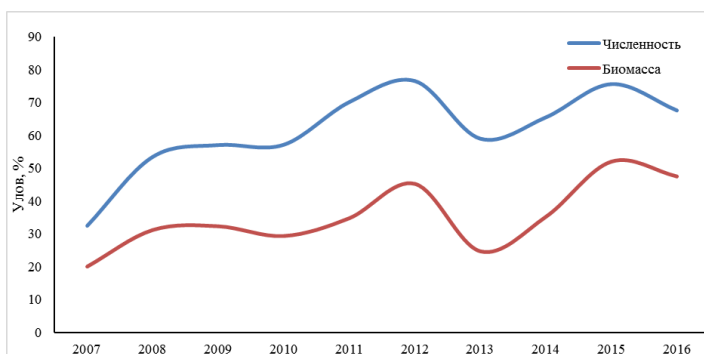


Рис. 3. Межгодовая динамика доли европейской ряпушки в контрольных уловах в пелагиале в озере Виштынецком в 2007–2016 гг., % по численности и биомассе

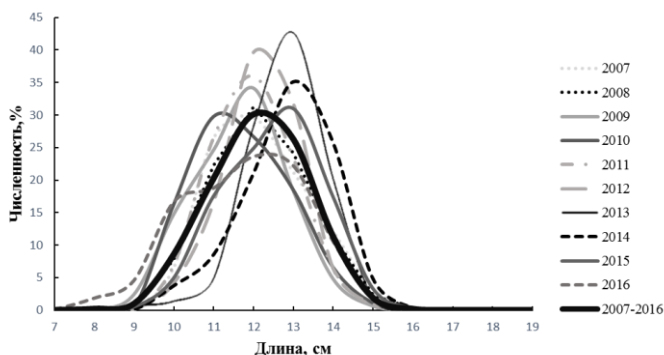


Рис. 4. Размерная структура популяции европейской ряпушки в контрольных уловах в озере Виштынецком в период с 2007–2016 гг. [6]

эти колебания не значительные в районе 1-2%. Наблюдаемые изменения в соотношении возрастных групп связанные с различной урожайностью поколений.

Весовые показатели популяции европейской ряпушки изменялись в широких пределах. Так, вес особей ряпушки в контрольных уловах изменялся от 9 до 53 г. Минимальный вес был отмечен у самки – 9 г. Для самцов минимальный вес составил 10 г. Максимальный вес наблюдался у самцов в пятилетнем возрасте и составлял 53 г.

В весовых показателях, как и в размерных, у самцов отмечалось опережение весового роста самок в весе на первых годах жизни, а затем самки имели более высокие весовые показатели, чем самцы. Эта тенденция также наиболее ярко отмечалась по данным 2007 г., в 2008 г. эта тенденция отмечалась лишь с четырехлетнего возраста (средняя масса самок – 32,3 г, самцов – 30,8 г).

Коэффициент вариации по весовым показателям изменялся в достаточно большом интервале от 0 до 93,1%.

Минимальные показатели (0%) в году наблюдались у самок на втором и пятом году жизни, а также у пятилеток при сравнении обоих полов. Максимальные коэффициенты наблюдались

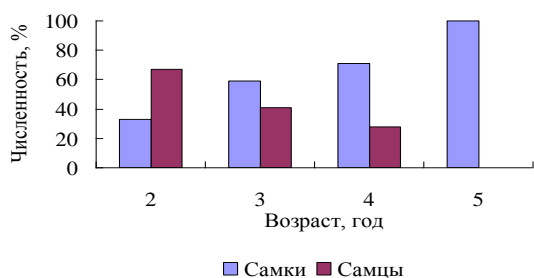


Рис. 5. Половая структура популяции ряпушки по данным контрольных уловов в озере Виштынецком (2007–2016)

у самок и составили 88,5% (четырёхлетки), а также при сравнении обоих полов у трёхлеток – 93,1%, тогда как у самцов максимальный коэффициент – 57,2% (трёхлетки).

Анализ зависимости длина-масса показал, что степенное уравнение  $y = 0,0127x^{2,8984}$  в наибольшей степени отражает зависимость массы ряпушки от ее длины, о чем свидетельствует высокое значение коэффициента корреляции ( $r = 0,96$ ).

Половая структура исследуемой популяции стабильна (рис. 5). Пол ряпушки начинает различаться на втором году жизни при длине 10–12 см,

это означает, что в этом возрасте начинается генеративный рост (стадия зрелости II). Массовое созревание наблюдается на втором – третьем годах жизни.

Изменения соотношения полов по возрастам связана с преобладанием такого или иного пола в поколении. Так, на втором году жизни в 2007 г. было больше самцов, а в 2008 г. это соотношение наблюдалось на третьем году, что означает, что это одно поколение 2004–2005 гг.

Наблюдаемое распределение созревших особей соответствует литературным данным, то есть массовое созревание обоих полов происходит на втором – третьем году жизни. В пятилетнем возрасте присутствуют только самки, это связано с малым количеством материала. Можно отметить, что в оба года у преобладающей части популяции наблюдается 3-я стадия зрелости.

В результате осенне-зимних контрольных обловов в 2008 г. впервые были обнаружены нерестилища ряпушки на российской территории озера (район Тихой бухты). В результате съемки было обнаружено, что соотношение производителей на нерестилище 1:2. Средняя длина производителей в контрольных уловах для нерестового стада составила 13,1 см. Минимальная отмеченная длина на нерестилище 10,9 см (двухлеток). Диапазон колебаний длины на нерестилище составил от 11 до 16 см. Пробы на плодовитость были взяты у самок четырехлетнего возраста, поэтому статистические параметры для них не рассчитывались. Максимальная отмеченная абсолютная плодовитость в данных контрольных уловах составила 5175 шт. (самка длиной 16,4 см), минимальная – 3925 шт. (длина 13,5 см). Средняя абсолютная плодовитость особей данного возраста составила 4716 шт. Средняя относительная плодовитость для данного возраста составила 140 шт./г.

Европейская ряпушка играет важную роль в водном биоценозе оз. Виштынецкого, особенно в пелагиале озера, где является доминирующим видом (% по численности, % по биомассе). Несмотря на стабильность рассматриваемых структурно-биологических параметров (размерно-возрастная структура, весовые показатели и половая структура), наблюдаются межгодовые различия, связанные со сменой поколений различной урожайности, но в целом эти показатели находятся в пределах, характерных для олиготрофных водоемов [9]. Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что популяция европейской ряпушки находится в удовлетворительном состоянии. Однако, как показывает опыт олиготрофных озер Северо-Запада Европы [1–3], дальнейшее увеличение антропогенной нагрузки может привести к дегра-

дации популяции европейской ряпушки. Поэтому в настоящее время необходимо разработать природоохранные меры и рекомендации по стабилизации уровня антропогенной нагрузки.

### Литература

1. *Winfield I.J., Fletcher J.M., James J.B.* Conservation ecology of the vendace (*Coregonusalbula*) in Bassenthwaite Lake and Derwent Water, U.K. – URL: <http://www.sekj.org>
2. *Czerniejewski P., Raczyński M., Wawrzyniak W.* Age, growth rate, and condition of vendace, *Coregonusalbula* (L.), from some Pomeranian Lakes (NW Poland) // *Acta Ichthyol. Piscat.* – 2006. – № 36(1). – С. 65–72.
3. *Czerniejewski P., Wawrzyniak W.* Management of vendace (*Coregonusalbula*) in the lakes of north-west Poland in the late twentieth and early twenty-first centuries // *Arch. Pol. Fish.* – 2006. – Vol. 14. – С. 105–121.
4. *Кривоускова Е.В., Берникова Т.А., Азаркова Т.С.* Оценка экологического состояния озера Виштынецкого (Калининградская область) по гидрохимическим показателям // «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» V Балтийский морской форум. Всерос. науч. конф.: Труды. – Калининград: ФГБОУ ВО «Калининград. гос. техн. ун-т». – 2017. – С. 192–197.
5. *Шибяев С.В., Соколов А.В.* Методика оценки возможного вылова в малых озерах Калининградской области // «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» III Балтийский морской форум. Междунар. науч. конф.: Труды. – Калининград: ФГБОУ ВО «Калининград. гос. техн. ун-т». – 2015. – С. 59–61.
6. *Кривоускова Е.В., Соколов А.В.* Изменения размерно-возрастной структуры популяции европейской ряпушки озера Виштынецкого (Калининградская область) в период с 2007 по 2016 гг. // *Вестник молодежной науки.* – 2017. – № 3 (10). – С. 23.
7. *Кривоускова Е.В., Соколов А.В.* Размерно-возрастная структура европейской ряпушки озера Виштынецкого (Калининградская область) // Труды второй междунар. науч.-практ. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» (Калининград, 15–16 октября 2014 г.) – Калининград: КГТУ, 2014. – С. 34–36.
8. *Кривоускова Е.В., Соколов А.В.* Многолетняя динамика возрастной структуры европейской ряпушки в оз. Виштынецком – III Балтийский морской форум. Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» (Калининград, 26–27 мая 2015 г.) – Калининград: КГТУ, 2015. – С. 35–38.
9. *Кривоускова Е.В., Соколов А.В.* Сравнительная характеристика биологических показателей ряпушки (*Coregonus albula*) водоемов северо-запада Европы и озера Виштынецкого // «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» V Балтийский морской форум. Всерос. науч. конф.: Труды. – Калининград: ФГБОУ ВО «Калининград. гос. техн. ун-т». – 2017. – С. 33–38.

УДК 597.552.51(282.257.1)"2017"

**А.В. Кузнецова, А.А. Бонк**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: to.kuz.0304@mail.ru; bonk\_aa@kamchatgtu.ru*

**РЕЗУЛЬТАТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
МОЛОДИ КЕТЫ НИКОЛАЕВСКИХ КЛЮЧЕЙ  
(РЕКА ТИХАЯ, БАСЕЙН РЕКИ ПАРАТУНКА) В 2017 г.**

В работе представлены результаты биологического анализа молоди естественного происхождения из уловов закидного невода литоральной зоны Николаевских ключей и молоди заводского происхождения в апреле 2017 г.

**Ключевые слова:** Николаевские ключи, молодь, лососевый рыболовный завод, возрастной состав, размерно-массовые показатели, соотношение полов.

**A.V. Kuznetsova, A.A. Bonk**  
*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: to.kuz.0304@mail.ru; bonk\_aa@kamchatgtu.ru*

**RESULTS OF BIOLOGICAL ANALYSIS OF CHUM SALMON JUVENILE  
OF THE NIKOLAEV SPRINGS (TIKHAYA, PARATUNKA RIVER BASIN) IN 2017**

The paper presents the results of biological analysis of juveniles of plant and natural origin from net catches in April 2017.

**Key words:** Nikolaev springs, juveniles, salmon hatchery, age structure, size-mass indicators, gender ratio.

Бассейн р. Паратунка является местом естественного воспроизводства тихоокеанских лососей – кеты, кижуча и горбуши, а в оз. Дальнее и Ближнее воспроизводится нерка. Кроме того, бассейн реки является базовым водоемом Паратунского экспериментально-производственного лососевого рыболовного завода (ручей Трезубц, р. Карымшина), специализирующегося на выращивании молоди кеты и кижуча. Производственная мощность завода составляет 13,3 млн экз. молоди кеты и 0,2 млн экз. кижуча [1, 2].

Если молодь кижуча после выхода из гнезд постепенно распространяется по бассейну р. Паратунка, где нагуливается несколько лет, то молодь кеты после выхода не задерживается в реке на длительное время, а начинает катодромную миграцию в апреле – мае. К этому времени приурочен также выпуск молоди кеты с рыболовного завода [1–3]. Кета естественного и заводского происхождения в период ската занимают одни и те же пригодные для вида биотопы, где кормится [1, 2].

Целью исследования является характеристика биологических показателей молоди кеты на одном из участков бассейна р. Паратунка (Николаевские ключи) весной 2017 г.

Материалом для исследований послужил улов молоди лососей 27 апреля 2017 г. на Николаевских ключах (р. Тихая, бассейн р. Паратунка) (рис. 1), расположенных вблизи пос. Николаевка. Молодь была отловлена за один замет малькового невода длиной 6 м и с ячейей 5 мм в литоральной зоне. Всего было выловлено 623 экз. Улов разбирался по видам, после чего по общепринятой методике [4] проводился биологический анализ и массовый промер. Возраст у молоди кеты определяли по чешуе под бинокуляром.

Статистическая обработка результатов и построение графиков проводили с помощью пакетов прикладных программ Excel.



Рис. 1. Николаевские ключи (р. Тихая, бассейн р. Паратунка)

Улов малькового невода включал молодь трех видов рыб: кеты – 93,7%, кижуча – 0,5% и гольца – 5,8%. Поскольку молодь кеты в улове оказалась доминирующим видом, и она была выловлена вблизи кетовых нерестилищ, то естественно основной интерес был направлен именно на нее. К тому же, к моменту облова в бассейне р. Паратунка уже находилась молодь заводского происхождения, которая была выпущена в период с 11 по 26 апреля 2017 г.

Анализ размерного состава показал, что длина молоди кеты в Николаевских ключах характеризовалась значительной вариабельностью, при колебании от 3,7 до 6,5 средняя длина составляла 4,7 см (рис. 2, а). В то же время по данным специалистов КамчатНИРО размерные показатели заводской молоди кеты при ее выпуске изменялись от 4,3 до 5,8 см, при среднем значении 5,1 см (рис. 2, б).

Масса тела молоди кеты, так же как и длина, характеризовалась значительной вариабельностью (рис. 2, б). Так, средняя масса тела кеты в улове малькового невода составляла 1,17 г при колебаниях от 0,41 до 2,98 г. Масса же заводской молоди изменялась от 0,40 до 1,87, составляя в среднем – 1,13 г.

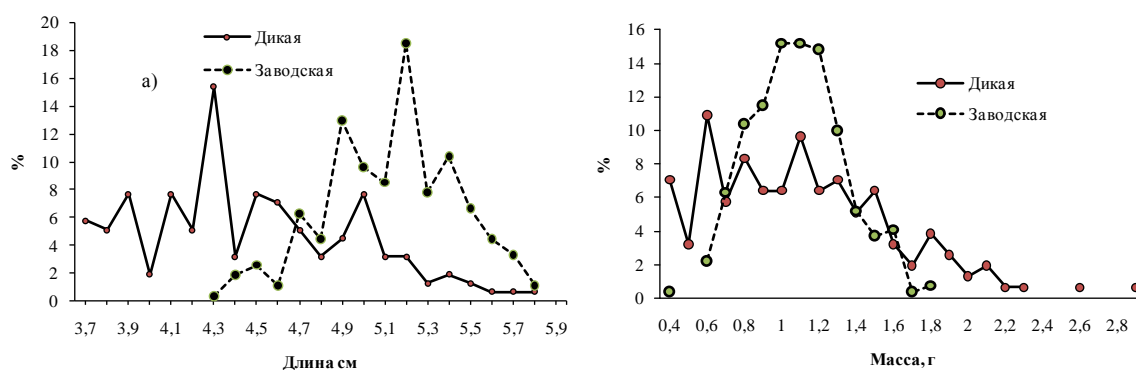


Рис. 2. Размерные показатели молоди кеты:  
а – длина, см; б – масса, г

Биологический анализ показал, что в пробе с Николаевских ключей доминировали самки – 56%, в то время как у заводской молоди, наоборот, самцы – 65%; преобладание самцов среди заводской молоди отмечали и другие исследователи [5].

Вся молодь кеты из пробы была представлена одной возрастной группой – 0+ (сеголетки), что естественно. Однако структура чешуи различалась: так, количество склеритов варьировало от 1 до 7 (рис. 3). В целом же в пробе преобладала молодь с 2 и 3 склеритами, соответственно 33,3 и 27,8% (рис. 4). Скорее всего, разное количество склеритов свидетельствует о разных сроках выклева молоди кеты их икры.

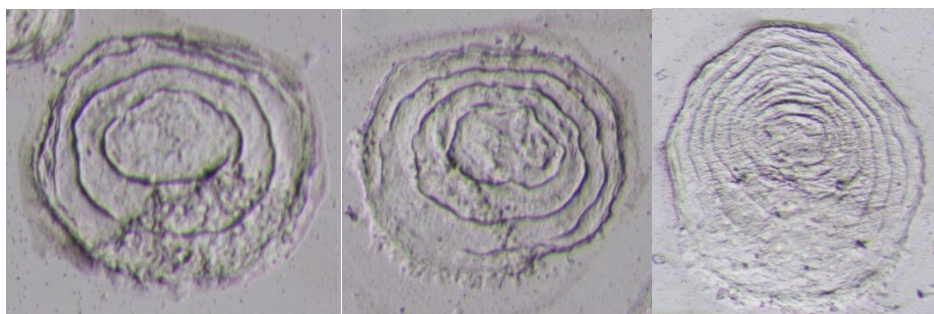


Рис. 3. Структура чешуи молоди кеты из Николаевских ключей (р. Тихая, бассейн р. Паратунка)

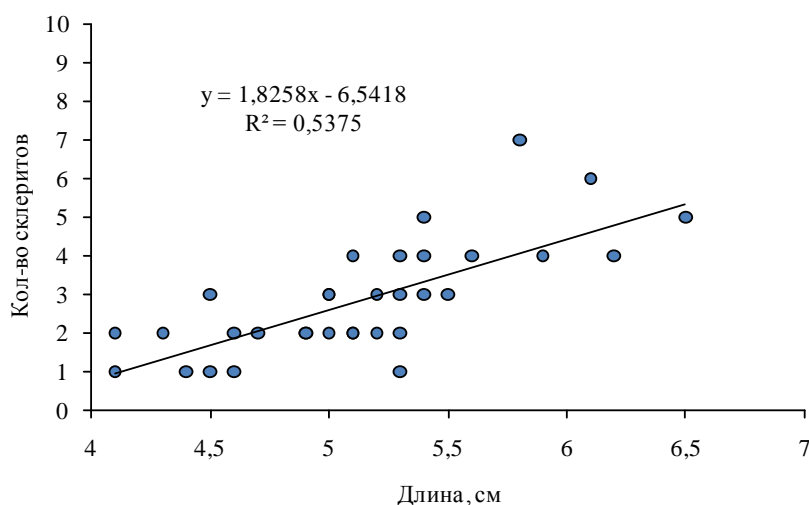


Рис. 4. Зависимость количества склеритов на чешуе от длины тела молоди кеты

Преыдушие исследования показали, что существуют значительные различия между заводской и дикой молодью кеты, обитающей в бассейне р. Паратунка как по морфологическим, так и по физиологическим показателям [1–7]. Так, заводская молодь превосходит дикую как по длине, так и по массе тела. В нашей пробе размерно-массовые показатели в целом ниже, чем у молоди заводского происхождения.

Молоди заводского происхождения после выпуска в реку требуется определенное время для адаптации к естественным условиям [9], в течение которого она преодолевает стресс от перехода в новые условия обитания и адаптируется к естественным кормам [3]. Для кеты Паратунского завода наиболее подходящим местом для адаптации является р. Карымшина, куда впадает р. Трезубец, поскольку температурный режим этой реки выше, чем в остальных участках р. Паратунки, что способствует развитию основного кормового объекта кеты – хирономид [3]. Покидая р. Карымшина, молодь кеты имеет большие размерно-массовые показатели, нежели при выпуске с Паратунского завода.

Первый выпуск заводской молоди кеты состоялся 11 апреля 2017 г. Скорость ее покатной миграции в бассейне р. Паратунка составляет 3,3–4 км/сут [3], что позволяет ей за 5–6 дней преодолевать расстояние до 20 км от места выпуска. Расстояние же от Паратунского лососевого завода до Николаевских ключей около 35 км, и вряд ли заводская молодь смогла преодолеть это расстояние к моменту сбора материалов на Николаевских ключах. Исходя из всего изложенного, можно предположить, что в Николаевских ключах в конце апреля находилась молодь только естественного воспроизводства.

### Литература

1. Биологические показатели дикой и заводской молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) при выдерживании в речных садках / Е.И. Кальченко, А.И. Чистякова, Т.Л. Введенская, М.И. Юрьева // Изв. ТИНРО. – 2006. – Т. 145. – С. 75–84.

2. Запорожец Г. В., Запорожец О. М. Лососевые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. – 268 с.
3. Чистякова А.И. Дифференциация покатной молоди кеты *Oncorhynchus keta* (WALB.) бассейна реки Паратунка на основании отолитного мечения // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 2008. – Вып. 10. – С. 64–71.
4. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-ть, 1966. – 376 с.
5. Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Структура возврата, численность и биологические характеристики заводской и дикой кеты в бассейне реки Паратунки (Юго-восточная Камчатка) // Изв. ТИНРО. – 2017. – Т. 190. – С. 49–61.
6. Басов Ю.С. Биологические основы лососеводства на геотермальных водах // Биология моря. – 1986. – № 2. – С. 23–38.
7. Смирнов Б.П., Чебанова В.В., Введенская Т.Л. Адаптация заводской молоди кеты *Oncorhynchus keta* и чавычи *O. tshawytscha* к питанию в естественной среде и влияние голодания на физиологическое состояние молоди // Вопросы ихтиологии. – Т. 33, № 5. – С. 637–643.

УДК 561.252(265.5)"2017"

**Л.В. Курбанова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: kbljxf1995@mail.ru*

## **ФЛОРА МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В ПЛАНКТОНЕ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ ПО МАТЕРИАЛАМ 2017 г.**

Приведен видовой список планктонных микроводорослей, полученный в результате исследований фитопланктона Авачинской губы в 2017 г. На основании анализа эколого-географической характеристики микроводорослей показано, что на протяжении всего периода наблюдений (апрель – октябрь) в фитопланктоне преобладают неритические и бореально-арктические виды.

**Ключевые слова:** фитопланктон, видовой состав, эколого-географическая характеристика, Авачинская губа, Камчатка.

**L.V. Kurbanova**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: kbljxf1995@mail.ru*

## **PLANKTON MICROALGAE FLORA OF THE AVACHA BAY IN 2017**

The taxonomic list of plankton microalgae, obtained as a result of phytoplankton examination in the Avacha Bay in 2017 is provided. Based on ecological and geographic characterization of microalgae it is shown that during the whole period of monitoring (April-October) the highest number of species were neritic and boreal-polar species.

**Key words:** phytoplankton, species composition, ecological and geographic characterization, Avacha Bay, Kamchatka.

### **Введение**

Физико-географическая характеристика Авачинской губы описана в литературе [1, 2].

Исследования фитопланктона Авачинской губы начались в конце XIX в. Первые опубликованные данные о фитопланктоне Авачинской губы нам удалось найти лишь для начала XX в., когда в 1908 г. А.А. Еленкин описывал, что в сборах из Авачинской губы обнаружил в огромном количестве диатомовую водоросль *Skeletonema costatum* [3]. В 1987 г. фитопланктон Авачинской губы был исследован Г.В. Коноваловой, и на сегодняшний день сохранился архивный флористический список микроводорослей, который насчитывает около 300 видов из 7 отделов. На данный момент эта работа не утратила актуальности и представляет собой детальную сводку по фитопланктону Авачинской губы, к сожалению, опубликованную только частично.

Индикаторная роль микроводорослей при оценке экологического состояния пресноводных водоемов известна, тогда как для морских акваторий и, в частности, Авачинской губы такие исследования не проводили [13].

Исследования зоопланктона Авачинской губы в 1980-х годах выявили неоднородность в его распределении в зависимости от солености воды.

В связи с этим цель данного сообщения выявить индикаторные комплексы микроводорослей по отношению к солености и температуре по материалам 2017 г.



## Материал и методы

Работа основана на данных, полученных при обработке фитопланктонных проб, отобранных на четырех станциях выделенного разреза в Авачинской губе от зоны влияния речных вод (опресняемая зона – ст. 4) до выхода из губы (зона залива океанических вод – ст. 10). Сбор фитопланктона осуществлялся сетью Джеди (газ с размером ячеек 35 мкм), облавливали слой от дна до поверхности с апреля по октябрь 2017 г. в 20-х числах каждого месяца. Пробы фиксировали 40% -ным нейтрализованным раствором формальдегида так, чтобы его концентрация в пробе не превышала 10%. Камеральную обработку проб проводили в лаборатории гидробиологии КамчатНИРО с помощью микроскопа Olympe ВХ43F при 100- и 200-кратных увеличениях. Клетки каждого вида планктонных микроводорослей подсчитывали в камере Наумана (объем 1 мл). Для определения таксономического става фитопланктона использовали Атласы [5–7], определители из серии «Диатомовые водоросли России и сопредельных стран» [8–10]. Видовую принадлежность микроводорослей определяли в фиксированных препаратах на том же микроскопе при 1000-кратном увеличении.

Определение экологической и географической приуроченности видов провели согласно литературным источникам [5, 6, 8, 9, 11, 12].

Для выделения таксонов по отношению к солености использовали такую характеристику, как приуроченность к определенному типу морских вод: солноватоводные, неритические, панталассные, океанические. Соответственно, соленость увеличивается от солноватоводных к океаническим водам.

Для выделения таксонов по отношению к температуре использовали географическую приуроченность: аркто-бореальные, бореальные, бореально-тропические, космополиты или всесветные. Соответственно, виды с первой характеристикой относятся к холодноводным, с второй – к умеренным, а с третьей – к тепловодным. Таксоны четвертой группы можно отнести к эвритермным.

## Результаты и обсуждения

В результате наших исследований в фитопланктоне в 2017 г. был выявлен 81 таксон микроводорослей, из них 69 определены до вида, 11 – до рода. Наиболее богат видами отдел диатомовых (Bacillariophyta) – 56 таксонов, к динофитовым (Dinophyta) отнесен 21 таксон, к эвгленовым (Euglenophyta) – 1 таксон и к золотистым (Chrysophyta) – 3 таксона (таблица).

Некоторые организмы (11) определены до рода, в связи с трудностями идентификации представителей беспанцирных жгутиковых водорослей, которые обусловлены деформацией клеток в результате фиксации организмов формалином, либо определение было затруднено по причине малочисленности вида.

Таблица

Количество видов микроводорослей в планктоне Авачинской губы в 2017 г.

Таксономическая группа	Определены до вида	Не определены до вида
Диатомовые	50	6
Динофитовые	18	3
Эвгленовые	0	1
Золотистые	1	2
Всего	69	11

Для Авачинской губы впервые в 2017 г. отмечены три вида диатомовых водорослей, такие как *Actinoptychus undulatus* var. *tamanica*, *Cymbella* sp., *Pseudotriceratium rusticum*, из золотистых водорослей отмечен вид, относящийся к роду *Silicocirculus*.

Ниже представлен список микроводорослей, обнаруженных в планктоне Авачинской губы в 2017 г.

**BACILLARIOPHYTA:** *Achnanthes* sp., *Actinoptychus undulatus* var. *tamanica* Jouse, *Asterionellopsis glacialis* Castr., *A. karianus* Grun., *Bacterosira fragilis* Gran, *Chaetoceros compressus* Laud., *C. concavicornis* Mangin, *C. debilis* Cl., *C. decipiens* Cl., *C. diadema* (Ehr.) Gran, *C. didymus* Ehr., *C. furcellatus* Bail. emend. Peterson, *C. lacinosus* Shütt, *C. mitra* (Bail.) Cl., *C. socialis* Laud., *C. teres* Cl., *Coscinodiscus concinnus* W. Sm., *C. grani* Gough, *Cylindrotheca closterium* (Ehr.) Reimanet Lewin, *Cymbella* sp., *Didymosphaenia geminate* (Lyngb.) M. Schmid, *Eucampia zodiacus* Ehr.,

*Fragilariopsis* sp., *Gyrosigma fasciola* (Ehrenb.) Griffith et Henfrey, *Gyrosigma* sp., *Leptocylindrus danicus* Cl., *L. minimus* Gran, *Licmophora* sp., *Melosira moniliformis* (O. F. Müll.) Ag., *M. nummuloides* Ag., *M. varians* Ag., *Navicula directa* (W. Smith) Ralfs, *N. distans* (W. Smith) Ralfs, *N. grani* (Jörg.) Grun., *N. vanhaeffenii* Gran, *Navicula* sp., *Odontella aurita* Ag., *Porosira glacialis* (Grun.) Jörg, *Pseudo-nitzschia* cf. *pungens* (Grunow ex Cleve) Hasle, *P. cf. seriata* Cl., *Pseudotriceratium rusticum* (Mann) Mills, *Rhizosolenia setigera* Bright., *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., *Staurosira elliptica* (Schum.) Williams et Round, *Stephanopixis nipponica* Gran et Yendo, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr., *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz., *Thalassionema frauenfeldii* (Grunow) Hallegraeff, *T. nitzschiioides* Grun., *Thalassiosira anguste-lineata* (A. Schmidt) G. Fryx. et Hasle, *T. bramaputrae* (Ehr.), *T. gravid* Cl., *T. hyaline* (Grun.) Gran, *T. nordenskoldii* Cl., *T. rotula* Meunier, *Thalassiothrix longissima*. **DINOPHYTA:** *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech, *Amilax triacantha* (Jörg.) Sournia, *Ceratium fusus* (Ehr.) Dujard., *C. lineatum* (Ehr.) Cl., *C. longipes* (Bail.) Gran, *C. macroceros* (Ehr.) Cl., *C. pentagonum* Gour, *Dinophysis acuminata* Clap. et Lachm., *D. norvegica* Clap. et Lachm., *Dinophysis* sp., *Diplopeltopsis minor* (Pauls.) Pav., *Dissodinium pseudolunula* Swift ex Elbr. Et Drebb., *Gonyaulax digitalis* (Pouch.) Kof., *Gonyaulax* sp., *Protoperidinium brevipes* (Pauls.) Balech, *P. grani* (Ostf.) Balech, *P. pallidum* (Ostf.) Balech, *P. pellucidum* Bergh, *P. puncticulatum* (Pauls.) Balech, *P. cf. pyriforme* (Pauls.), *Protoperidinium* sp., Balech. **EUGLENOPHYTA:** *Euglena* sp. **CHRYSOPHYTA:** *Distephanus speculum* (Ehr.) Haeck., *Ebria tripartita* (Schum.) Lemm., *Silicocirculus* sp.

По численности в 2017 г. доминировала *Skeletonema costatum*, массовое развитие которой пришлось на летний период. Стоит отметить, что данная диатомея является индикатором антропогенного загрязнения [13]. Осенью также наблюдалась высокая численность *Pseudo-nitzschia* cf. *seriata*, которая является потенциально токсичной. Численность динофитовых была невысокой. В летний период было отмечено незначительное количество *Alexandrium tamarense*, а в октябре *Protoperidinium brevipes*. В это же время в заметном количестве встречались представители отдела золотистых водорослей –

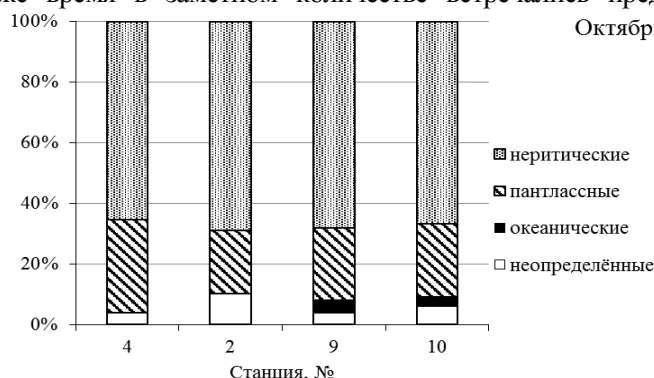


Рис. 1. Экологическая характеристика (приуроченность к солёности) фитопланктона Авачинской губы в октябре 2017 г.

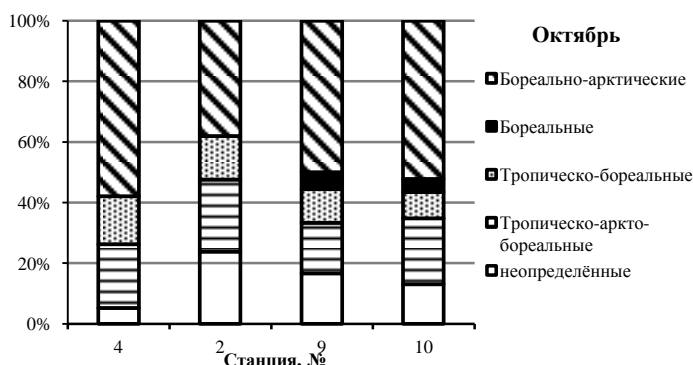


Рис. 2. Географическая (температурная) приуроченность фитопланктона Авачинской губы в октябре 2017 г.

В это же время в заметном количестве встречались представители отдела золотистых водорослей – *Distephanus speculum* и *Ebria tripartita*. Рассмотрели эколого-географическую характеристику фитопланктона по разрезу от места впадения рек Авача и Паратунка (ст. 4) через центральную часть губы (ст. 2), в начале горла губы (ст. 9) и практически на выходе в Авачинский залив Тихого океана (ст. 10). Получили, что в весенние и летние месяцы, а также в начале осени в распределении микроводорослей по отношению к солёности не выявляются какие-либо закономерности. В октябре на ст. 9 и 10 отмечено появление океанических видов, тогда как в центральной и кутовой частях губы эти таксоны не обнаружены (рис. 1). Очевидно, что эти организмы попали в губу при затоке океанических вод. Преобладали же по всему разрезу неритические и пантлассные таксоны, предпочитающие солёность в пределах 20–25‰.

*Distephanus speculum* и *Ebria tripartita*.

Так же как и по отношению к солёности, при выделении индикаторных комплексов по отношению к температуре по означенному разрезу в весенние и летние месяцы, а также осенью какие-либо закономерности не выявлены. Так, на примере октября в кутовой части губы и на станциях ближних к океану преобладает холодно-водный комплекс аркто-бореальных и бореальных таксонов. В центральной части губы значительную долю составляют эвритермные виды (рис. 2).

Так же как и по отношению к солёности, при выделении индикаторных комплексов по отношению к температуре по означенному разрезу в весенние и летние месяцы, а также осенью какие-либо закономерности не выявлены. Так, на примере октября в кутовой части губы и на станциях ближних к океану преобладает холодно-водный комплекс аркто-бореальных и бореальных таксонов. В центральной части губы значительную долю составляют эвритермные виды (рис. 2).

К сожалению, приходится признать, что для большого числа видов эколого-географическую характеристику найти не удалось. Кроме того для морских микроводорослей практически не разработана система индикации загрязнения органическим веществом [13]. Очевидно, что это задача будущих исследований.

### Заключение

По видовому богатству и численности в 2017 г. в планктоне доминировали диатомовые водоросли. Фитопланктон был представлен традиционным для данного района таксонами. В летние месяцы в массе была отмечена диатомея *Skeletonema costatum*, а среди динофитовых в значительно меньшем количестве *Alexandrium tamarense*, а в октябре *Protoperdinium brevipes*. Из золотистых водорослей в летний период наблюдали в заметном количестве *Distephanos speculum* и *Ebria tripartita*.

В распределении микроводорослей по разрезу в 2017 г. не удалось выделить закономерное изменение состава фитопланктона по отношению к температуре. По отношению к солености только в октябре на приокеанических станциях выделены виды-индикаторы океанической солености, которые отсутствовали в это время в кутовой и центральной частях губы.

### Литература

1. Лоция Берингова моря. Часть I. Восточный берег Камчатки. 1959. Картфабрика ВМФ. 248 с.
2. Муравьев Я.Д. Краткий физико-географический очерк Авачинской губы // Сб. науч. статей по экологии и охране окружающей среды Авачинской бухты. – Петропавловск-Камчатский: Токио, 1998. – С. 7–10.
3. Еленкин А.А. Морские перидинеи и диатомовые Камчатки // Камчатская экспедиция Федора Павловича Рябушинского. Ботанический отдел / Ред. А.А. Еленкин. – 1914. – Вып. II. – С. 403.
4. Савич В.П. Альгологический объезд Авачинской губы в мае 1909 г. // Ред. А.А. Еленкина. Камчатская экспедиция Федора Павловича Рябушинского. Ботанический отдел. – 1914. – Вып. II. – С. 449–472.
5. Коновалова Г. Динофлагелляты (*dinophyta*) дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 300 с.
6. Коновалова Г.В., Орлова Т.Ю., Паутова Л.А. Атлас фитопланктона Японского моря. – Л.: Наука, 1989. – 160 с.
7. Коновалова Г.В., Селина М.С. Динофитовые водоросли (*Dinophyta*). – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 362 с.
8. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. II. Вып. 1 / З.И. Глезер, И.В. Макарова, А.И. Моисеева, В.А. Николаев. – Л.: Наука, 1988. – 116 с.
9. Диатомовые водоросли России и сопредельных стран: ископаемые и современные. Т. II, вып. 4 / Р.М. Гогорев, Т.Ю. Орлова, О.Г. Шевченко, И.В. Стоник; Под ред. Стрельниковой Н.И. – СПб.: Изд-во С.-Пб. ун-та, 2006. – С. 180.
10. Диатомовые водоросли России и сопредельных стран. Ископаемые и современные. Т. II. Вып. 3 / И.В. Макарова, Н.И. Стрельникова, Т.Ф. Козыренко, А.Ю. Гладенков, Т.К. Жаковщикова, Г.Х. Казарина, В.А. Николаев, М.Г. Потапова. – СПб.: С.-Пб. ун-т, 2002. – 112 с.
11. Киселев И.А. Панцирные жгутиконосцы. – М.; Л.: Изд-во АН ССР, 1950. – 279 с.
12. Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря. – Л.: Наука, 1968. – 291 с.
13. Лепская Е.В., Курбанова Л.В. Фитопланктон как индикатор экологического состояния пелагиали Авачинской губы (Камчатка) // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. – С. 320–321.

УДК 591.524.12(265.52)"2017"

**В.В. Максименков**

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: maximenkov.v.v@kamniro.ru*

### **ВЕСЕННИЙ ЗООПЛАНКТОН КРОНОЦКОГО ЗАЛИВА В 2017 г.**

Изучен состав и обилие морского зоопланктона в Кроноцком заливе весной 2017 г. Наиболее многочисленны были веслоногие рачки, а среди них небольшие по размерам *Oithona similis* и *Pseudocalanus minutus*. Общая численность зоопланктона изменялась от 469 до 3646 экз./м<sup>3</sup>, при средней величине, равной 2210 экз./м<sup>3</sup>. Биомасса изменялась от 9 до 497 мг/м<sup>3</sup> (средняя – 125 мг/м<sup>3</sup>).

Кормовой зоопланктон (для личинок минтая) состоял в основном из этих двух видов копепод и составлял 38,1% от общей численности зоопланктона и 5,5% от биомассы.

**Ключевые слова:** зоопланктон, кормовой зоопланктон, минтай, Кроноцкий залив.

**V.V. Maximenkov**

*Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000  
e-mail: maximenkov.v.v@kamniro.ru*

### **SPRING ZOOPLANKTON OF THE KRONOTSKY BAY IN 2017**

Composition and abundance of sea zooplankton in the Kronotsky Bay was analyzed in spring of 2017. The most abundant group was copepods, including not very big costaceans *Oithona similis* and *Pseudocalanus minutus* dominating there. The total abundance of zooplankton varied from 469 to 3646 individuals/m<sup>3</sup>, while averaged it was 2210 individuals/m<sup>3</sup>. The biomass varied from 9 to 497 mg/m<sup>3</sup> (125 mg/m<sup>3</sup> averaged).

Forage zooplankton (for larval walleye pollock) generally consisted of two copepod species mentioned, which contributed 38.1% into the total abundance of zooplankton and 5.5% into the biomass.

**Key words:** zooplankton, forage zooplankton, walleye pollock, Kronotsky Bay.

Известно, что формирование урожайности поколений рыб происходит в ранний период их жизни и зависит от обилия корма для начинающих питаться личинок [1]. Межгодовые изменения численности поколений присущи и восточно-берингоморскому минтаю. Основные его нерестилища расположены в глубоководных каньонах Кроноцкого и Авачинского заливов, а также в шельфовой зоне на юго-востоке Камчатки [2]. Личинки минтая питаются мелкими планктонными организмами [3].

Целью работы является оценка качественных и количественных параметров зоопланктонного сообщества Кроноцкого залива в период появления личинок минтая.

### **Материал и методы**

Материалы были собраны сетью Джеди (диаметр – 37 см, ячея – 0,168 мм) 1–2 мая 2017 г. в слое 0–50 м сотрудниками лаборатории морских промысловых рыб. Камеральная обработка зоопланктонных проб включала определение видового состава и количественный анализ всех видов и групп животных [4]. Идентификацию организмов производили по определителям отечественных авторов [5–7]. Биомассу отдельных компонентов в пробе оценивали путем подсчета численности животных, умноженной на среднее значение их массы тела по таблице стандартных весов [8]. Все крупные компоненты: некоторые копеподы, эвфаузииды, гиперииды, моллюски, полихеты, медузы и т. п. взвешивали на электронных весах с точностью до 1 мг.

## Результаты

Обработана 21 проба морского зоопланктона. В его состав входили следующие группы и виды животных: раковинные амебы (*Globigerina fossor*), гидроидные медузы (*Aglanta digitale*), личинки многощетинковых червей, молодь брюхоногих, крылоногих (*Clione limacina*, *Limacina helicina*) и двустворчатых моллюсков, личинки иглокожих, науплии усонюгих раков, эвфаузиевые (яйца, молодь и взрослые *Thysanoessa inermis* и гиперииды (*Themisto japonica*, *Prymno macropa*) мизиды из родов *Stilomysis* и *Neomysis*, молодь креветок и десятиногих раков (*Chionoecetes opilio* и *Pagurus* sp.), оболочники (*Oikopleura*) щетинкочелюстные (*Parasagitta elegans*), а также веслоногие *Neocalanus plumchrus*, *N. cristatus*, *Calanus glacialis*, *Eucalanus bungii*, *Pseudocalanus minutus*, *Candacia columbiae*, *Pareuchaeta japonica*, *Undinopsis pacificus*, *Metridia pacifica*, *Microcalanus pigmaeus*, *Oithona similis*, *Oncea borealis*, а также харпактициды (сем. *Canthocomptidae*). С учетом возрастных стадий животных обнаружена 71 их категория.

Численность зоопланктона изменялась от 469 до 3646 экз./м<sup>3</sup>, при средней величине, равной 2210 экз./м<sup>3</sup>. Биомасса изменялась от 9 до 497 мг/м<sup>3</sup> (средняя – 125). Для сравнения: биомасса зоопланктона в 2007 г. превышала 413 мг/м<sup>3</sup> [9].

Наиболее многочисленны были веслоногие рачки (96%), на остальные таксоны в сумме пришлось только 4% (рис. 1). В составе зоопланктона по биомассе также доминировали веслоногие рачки (76%), на втором месте были эвфаузиевые, а на третьем – мизиды.

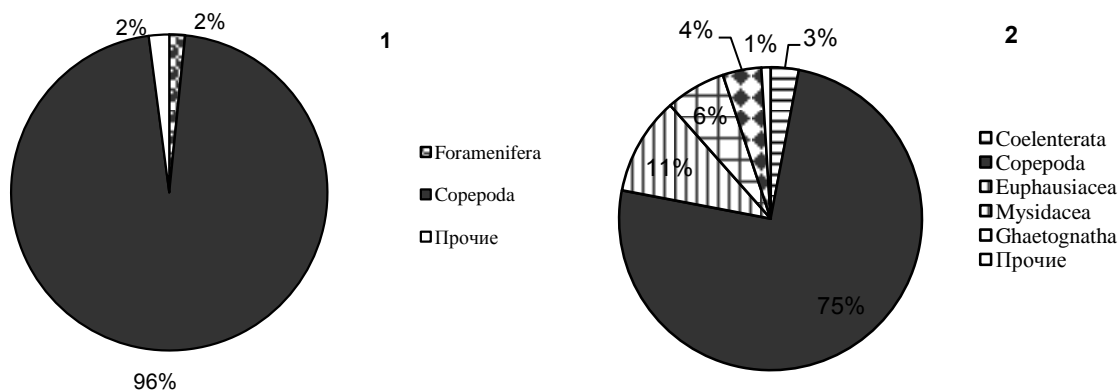


Рис. 1. Состав зоопланктона в Кроноцком заливе в первой декаде мая:  
1 – % от численности, 2 – от биомассы

Среди веслоногих рачков по численности преобладали *O. similis* (64%) и *P. minutus* (16%). По биомассе доминировали совсем другие виды: *Eu. bungii* (32%) и *N. plumchrus* (30%), а на долю *O. similis* и *P. minutus* суммарно приходилось только 23% (рис. 2).

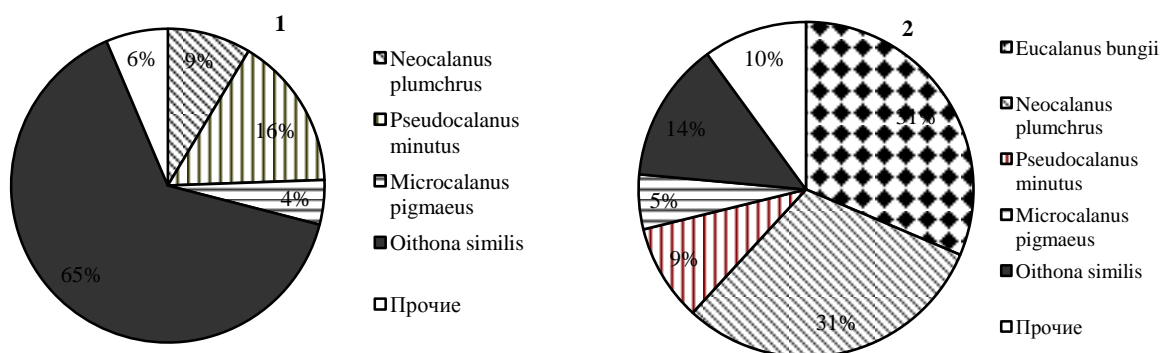


Рис. 2. Видовой состав веслоногих рачков в Кроноцком заливе в третьей декаде мая:  
1 – % от численности, 2 – от биомассы

Известно, что личинки минтая после рассасывания желточного мешка питаются наиболее многочисленными организмами планктона, которые способны заглотить [10]. К таким организмам для Кроноцкого залива нами отнесены раковинные амебы, молодь моллюсков и полихет, личинки иглокожих, науплиусы и две первые копеподитные стадии *P. minutus*, науплиусы и три первые копеподитные стадии *O. similis*, а также три первые стадии *M. pigmaeus*. Совокупность их назовем условно “кормовым зоопланктоном”. Науплиусы калянусов, эукалянусов и метри-

дий, а также эвфаузиид и баянусов по их размерам превышают диаметр рта личинок минтая. Таким образом, кормовой зоопланктон личинок минтая в основном сформирован науплиями и младшими копеподами всего двух видов копепод (рис. 3). Обилие кормового зоопланктона составило 38,1% от общей численности зоопланктона и только 5,5% от общей биомассы. Горизонтальное распределение кормового зоопланктона показано на рис. 4. Какой-либо закономерности здесь не обнаружено.

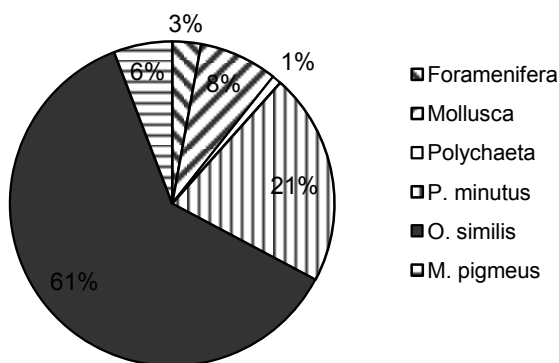


Рис. 3. Состав кормового (для личинок минтая) зоопланктона в первой декаде мая в % от численности

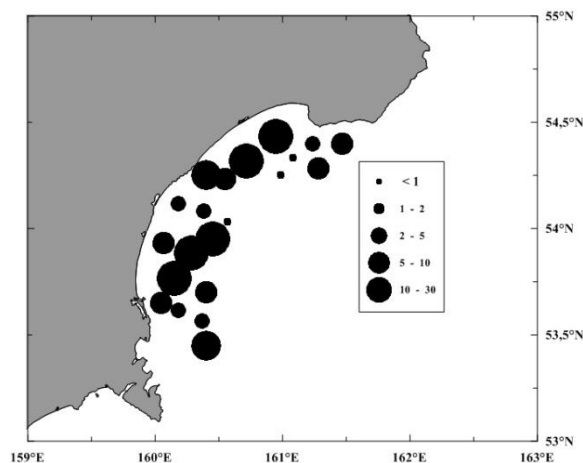


Рис. 4. Горизонтальное распределение кормового зоопланктона в Кроноцком заливе в начале мая 2017 г.

### Выводы

1. Общая численность зоопланктона изменялась от 469 до 3646 экз./м<sup>3</sup> при средней величине, равной 2210 экз./м<sup>3</sup>. Биомасса изменялась от 9 до 497 мг/м<sup>3</sup> (средняя – 125 мг/м<sup>3</sup>). Наиболее многочисленны были веслоногие рачки.
2. Кормовой зоопланктон был сформирован в основном за счет двух видов копепод и составлял 38,1% от общей численности зоопланктона и 5,5% от биомассы.

### Литература

1. Hjort J. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research // Pap. P.-V. Reun. Verb. Cons. Expl. Mer. – 1914. – Vol. 20. – P. 1–228.
2. Буслов А.В., Тепнин О.Б. Условия нереста и эмбриогенеза минтая *Theragra chalcogramma* (Gadidae) в глубоководных каньонах тихоокеанского побережья Камчатки // Вопросы ихтиологии. – 2002. – Т. 42, вып. 5. – С. 617–625.
3. Максименков В.В. Питание личинок минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) у берегов Камчатки // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. – 1991. – Вып. 1, ч. 1. – С. 183–197.
4. Инструкция по сбору и обработке планктона. – М.: ВНИИ морск. рыбн. хоз-ва и океанографии. – 1971. – 82 с.
5. Бродский К.А. Веслоногие рачки Calanoida дальневосточных морей СССР и полярного бассейна. – М.-Л.: АН СССР, 1950. – 442 с.
6. Гаевская Н.С. (ред.). Краткий определитель фауны и флоры северных морей СССР. – М.-Л.: Пищепромиздат, 1937. – 368 с.
7. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 2. Свободноживущие беспозвоночные. – Киев: Наукова думка, 1969. – 536 с.
8. Лубны-Герцык Е.А. Весовая характеристика основных представителей зоопланктона Охотского и Берингова морей // Доклады АН СССР. – 1953. – Т. 91, № 4. – С. 949–952.
9. Батищева Н.А. Состав и распределение зоопланктона у юго-восточного побережья Камчатки // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2008. – Вып. 11. – С. 42–46.
10. Максименков В.В. Питание и пищевые отношения молоди рыб, обитающих в эстуариях рек и побережье Камчатки. – Петропавловск-Камчатский КамчатНИРО, 2007. – 278 с.

УДК 597.552.51:639.3(571.63)

**В.Г. Марковцев**

## РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧАСТНЫХ ЛОСОСЕВЫХ ЗАВОДОВ ПРИМОРЬЯ

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

В 2017 г. на двух частных лососевых заводах в Приморье отмечен первый возврат производителей кеты. Коэффициент возврата для них по обоснованию на строительство равен 0,8% от выпущенной молоди с завода. Фактический возврат, с учетом рыбы, отловленной на закладку икры на завод и пропущенной на нерест в реки заводов, составил на ЛРЗ «Вербное» – 1,27%, на ЛРЗ «Лидовский» – 1,3%.

**Ключевые слова:** рыбозаводные заводы, нерестовый фонд, возврат кеты.

**V.G. Markovtsev**

## RESULTS OF OPERATION OF PRIVATE SALMON HATCHERIES IN PRIMORIY REGION

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

In 2017 two private salmon hatcheries showed the first return of chum breeders. The coefficient of return as a substantiation for hatchery construction was 0.8% of the released juvenile. The actual return, taking into account the fish caught for planting eggs at the hatchery and passed for spawning in the rivers, amounted to 1.27% at “Verbnoye” hatchery, and 1.3% at “Lidovskiy” hatchery.

**Key words:** hatcheries, spawning fund, return of chum salmon.

Большинство многочисленных рек Приморского края имеют горный и предгорный характер, в силу этого нерестовый фонд для кеты в крае очень низкий. На пяти основных нерестовых реках, впадающих в Японское море, приходится около 0,925 млн м<sup>2</sup> нерестилищ. Для сравнения укажем, что на реках Камчатки нерестовый фонд составляет 400 млн м<sup>2</sup>, а в Сахалинской области – 17,3 млн м<sup>2</sup> [1]. Иными словами, нерестовый фонд рек Камчатки превышает в 400 раз, а Сахалина в 17 раз объема такового рек Приморья. Вторая особенность большинства рек Приморья состоит в том, что минимальный зимний модуль стока в них составляет от 0,6 до 1,5 л/с на км<sup>2</sup> (связано с климатическими условиями края). В силу этого численность кеты в реках края подвержена значительным колебаниям в межгодовом аспекте (рис. 1).

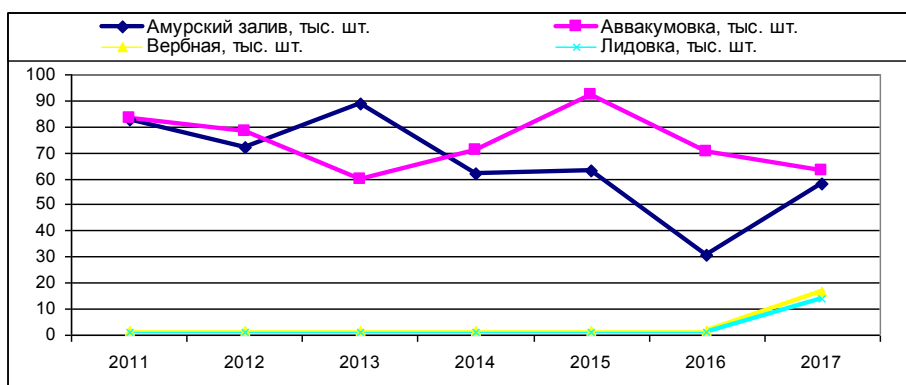


Рис. 1. Подходы кеты к основным рекам края

Давно было определено, что без лососевых рыбоводных заводов ситуацию в крае изменить невозможно [2]. У государства в настоящее время на строительство государственных заводов средств сейчас нет. Поэтому низкий нерестовый фонд Приморья и определяет низкий уровень подхода производителей кеты к рекам края.

Благодаря возникшему интересу у частного бизнеса специалисты ТИПРО-Центра начали работу по обследованию рек Приморья на предмет размещения малых лососевых заводов. При этом, в первую очередь, они сосредоточились на поиск наличия теплых природных вод, пригодных для разведения лососей и их количества и качества. На основе хозяйственных договоров с частными инвесторами было обследовано около 10 рек края. Первые два завода были построены к концу 2011 г.

Учитывая низкую численность кеты в каждой отдельной реке при вводе в строй частного лососевого завода сразу возникала необходимость поиска возможности получения икры на стадии глазка для ускорения процесса становления частного лососеводства. Для первых двух заводов удалось получить разрешение на закупку икры на стадии глазка на Барабашевском ЛРЗ (табл. 1). В настоящее время икру на стадии глазка можно приобрести на заводах по товарному рыбоводству.

Таблица 1

Динамика освоения производственных мощностей двух частных заводов

Завод	ЛРЗ «Вербное»		ЛРЗ «Лидовский»	
	Выпуск молоди, млн шт.	Масса молоди, г	Выпуск молоди, млн шт.	Масса молоди, г
2013 г.	0,239	1,06	0,128	0,87
2014 г.	1,174	1,64	1,09	1,58
2015 г.	6,207	1,18	4,021	1,68
2016 г.	15,538	1,01	9,703	1,38
2016 г.	7,332	–	11,04	–
2017 г.	6,981	1,01	8,800	2,1

Из данных табл. 1 видно, что в первые два года работы заводы выпускали незначительные количества молоди кеты. Первые разрешения на отлов производителей в заводских реках они получили только в 2014 г., хотя заводы были построены в 2012 г.

При подготовке РБО на каждый завод использовалась информация по эффективности работы заводов, выпускающих молодь в Японское море [3].

Осенью 2017 г. ожидалось, что к заводам подойдет по 30 т кеты. Фактически ситуация на деле оказалась нижеследующей (табл. 2).

Таблица 2

Ожидаемый возврат кеты на частные ЛРЗ (при коэффициенте возврата 0,8%)

Завод	Выпуск 2014 г., млн шт.	Возврат в 2017 г., т*	Выпуск 2015 г., млн шт.	Возврат в 2018 г., т	Выпуск 2016 г., млн шт.	Возврат 2019 г., т
ЛРЗ «Вербное»	1,175	33	6,2	173,6	15,5	440
ЛРЗ «Лидовское»	1,09	30	4,02	117	9,07	270

Фактический возврат кеты на частные заводы в 2017 г. оказался несколько выше. Возврат считается с производителями, прошедшими на нерест в базовые реки заводов, и с отловом их для закладки икры осенью. Для ЛРЗ «Вербное» он составил 42,06 т (1,27%), на ЛРЗ «Лидовский» 39,02 т (около 1,3%). Практика начала работ других лососевых заводов показывает, что первые возвраты производителей бывают выше расчетных, но в последующем заводы выходят на стабильную величину, как правило, на среднюю многолетнюю. В нашем случае на ЛРЗ «Вербное» и ЛРЗ «Лидовское» ожидается стабильный возврат около 1%.

При подготовке РБО на реках края планируется по выходу всех 10 заводов на проектную мощность получать в год до 2500 т кеты. Два существующих государственных лососевых завода за почти тридцатилетнюю практику своей деятельности, достигнув возврата менее 0,4%, так и не обеспечили начало промышленного рыболовства кеты в крае.



### Литература

1. *Чигиринский А.И.* Современное состояние и пути улучшения прогнозирования дальневосточных лососей // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО РАН СССР, 1989. – С. 24–33.
2. Приморская кета / *А.А. Горяинов, Т.А. Шатилина, А.А. Лысенко, Е.А. Заволокина.* – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2007. – 198 с.
3. *Марковцев В.Г.* Эффективность воспроизводства кеты на лососевых заводах в бассейне Японского моря // Бюллетень изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – 2012. – № 7. – С. 159–166.

УДК 502.51 (470.26)

**А.В. Мычкова, М.Н. Шibaева, Е.А. Масюткина**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236000  
e-mail: alena\_mychkova@mail.ru*

### **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ОЗЕР ВИШТЫНЕЦКОЙ ГРУППЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ**

Представлены результаты исследования видового состава зообентоса некоторых озер Виштынецкой группы. Произведена оценка экологического состояния озер с использованием индивидуальных индексов сапробности донных организмов, биотического индекса Вудивисса и индекса сапробности Пантле – Букка.

**Ключевые слова:** зообентос, озера Виштынецкой группы, озеро Рыбное, озеро Камышовое, озеро Мариново, экологическое состояние.

**A.V. Mychkova, M.N. Shibaeva, E.A. Masjutkina**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236000  
e-mail: alena\_mychkova@mail.ru*

### **ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL STATE OF SOME LAKES OF VISHTYNYTS GROUP WITH USE OF HYDROBIOLOGICAL INDEXES**

The results of the investigation of the species composition of the zoobenthos of some lakes of the Vishtynets group are presented. The ecological state of the lakes was assessed using individual saprobity indices of benthic organisms, the Woodivis biotic index and the Pantle-Bucc saprobity index.

**Key words:** zoobenthos, Vishtynets group lakes, Rybnoe lake, Kamyshovoye lake, Marinovo lake, ecological situation.

Состояние водных экосистем отражает экологическое состояние всего водосборного бассейна и степень антропогенной нагрузки на территорию. Одним из показателей, отражающих состояние водоема, является видовой состав. Существует множество методик, с помощью которых, используя индикаторные свойства зообентоса, можно объективно определить качество воды [1, 2].

Последнее время район Виштынецкой возвышенности активно используется в целях рекреации, с 2010 г. функционирует природный парк Виштынецкий, где активно ведутся работы по освоению близлежащих территорий. Ежегодно проводятся мониторинговые исследования по антропогенному воздействию на экосистему водоема, в свою очередь малым озерам Виштынецкой группы не уделяется должного внимания. В 1980–1990 гг. проводились мониторинговые исследования этих районов, за последние десятилетия имеются лишь некоторые данные об экологическом состоянии озер Виштынецкой группы [3].

В задачу работы входило определение видового разнообразия зообентоса на основе последних имеющихся данных по озерам, составление списка видов-индикаторов и оценка экологического состояния озер, с последующей целью дальнейшего мониторинга данных озер в связи с возможным антропогенным влиянием.

Материалом для настоящей работы послужили данные, полученные в результате исследований 2008–2010 гг., проводимых кафедрой ихтиологии и экологии КГТУ. Пробы отбирались на трех озерах Виштынецкой группы, а именно: Камышовом, Мариновом и Рыбном. Пробы на бентос отбирались с помощью скребка с длиной режущей стороны 0,24 м и фиксированной длиной

траления и дночерпателем системы Петерсена с площадью захвата грунта 0,025 м<sup>2</sup>. Отбор и обработка проб проводились по стандартным методикам [4, 5]. Всего за период исследований было собрано и обработано 15 зообентосных проб. Идентификация организмов происходила по соответствующим определителям [7, 8]. Общий фон загрязненности оценивался по соотношению видов индикаторов с использованием индивидуального сапробиологического индекса [9,10].

Исследуемые озера находятся на юго-восточной части Калининградской области и относятся к малым озерам Виштынецкой возвышенности. Основные характеристики и расположение озер представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

### Гидрографическая характеристика исследуемых озер [10]

Озеро	Площадь поверхности, га	Наибольшая длина, км	Средняя ширина, км	Наибольшая глубина, м	Средняя глубина, м
Камышовое	29	1,1	0,3	3,0	1,5
Рыбное	11	0,6	0,2	11,0	6,3
Мариново	45	0,3	0,3	7,2	3,3

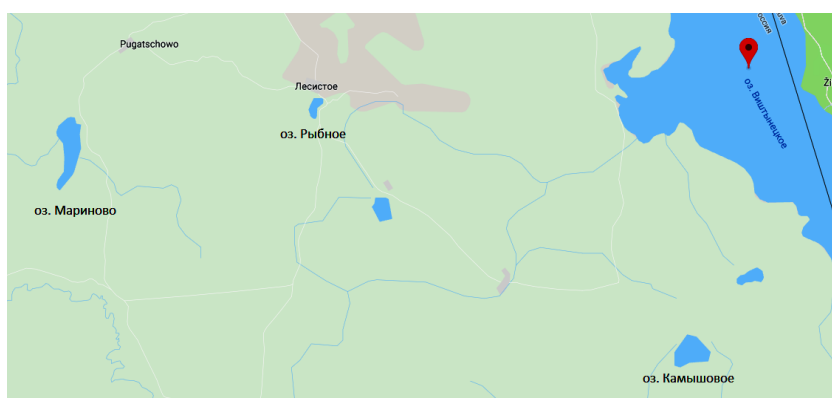


Рис. 1. Расположение озер на карте Калининградской области

Оз. Рыбное расположено у пос. Лесистое. Оно отделено от озера Лесистого шоссе, но соединяется с ним протокой. Соединено оз. Рыбное также с рекой Писсой. Это способствует стабилизации уровня воды продолжительное время [11].

Оз. Камышовое находится в лесном массиве. Вокруг озера располагаются высокие холмы. В северо-восточной части также в озеро впадает ручей [11]. В последние годы отмечается увеличение площади зарастания водоема.

Оз. Мариново расположено в 3,5 км юго-западнее пос. Пугачево. Вдоль восточной части озера проходит шоссе. Западный и восточный берега обрывистые, сложены песчаными грунтами с большим количеством гальки, валунов. Южный и северный берега низкие, заросшие камышом и осокой [11].

В составе зообентоса исследуемых озер отмечены семь систематических групп: моллюски (тип *Mollusca*), олигохеты (п/кл. *Oligochaeta*), ракообразные (кл. *Crustacea*), личинки комаров-звонцов (сем. *Chironomidae*), поденки (отр. *Ephemeroptera*), ручейники (отр. *Trichoptera*) и прочее. Всего обнаружено 39 видов, из них в оз. Камышовом – семь видов, оз. Рыбном – 16 видов и наибольшее количество видов обнаружено в оз. Мариновом – 30 видов.

В зообентосе всех исследуемых озер по числу видов значительно преобладали представители семейства комаров-звонцов (51%). Небольшим числом видов были представлены ракообразные и ручейники, совместная доля которых составляла 7,7%.

Минимальное значение коэффициента видового сходства Серенсена (26%) отмечено между оз. Камышовым и оз. Рыбным. Максимальное видовое сходство (38%) наблюдалось между составом зообентоса озер Рыбного и Мариново. На видовой состав и уровень развития зообентоса в первую очередь оказывает влияние характер грунта. Для озер Рыбного и Мариново характерны песчаные, реже песчанно-галичные биотопы, в то время как дно оз. Камышового сложено илистыми грунтами [11].

Сапробная валентность установлена для 31 вида организмов из числа встреченных (табл. 2–4). В основном это виды характерные для водоемов европейской части России.

Таблица 2

**Видовой состав и сапробность зообентоса озера Камышового**

Вид	Индивидуальная сапробность
Семейство Chironomidae	
Chironomus plumosus	р
Chironomus sp.	а-р
Cladotanytarsus mancus	–
Подкласс Oligochaeta	
Potamothenis hammoniensis	а-р
Прочие	
Ceratopogonidae	–
Chaoborus sp.	о-р
Hydrachna sp.	о-β

Таблица 3

**Видовой состав и сапробность зообентоса озера Мариново**

Вид	Индивидуальная сапробность
Семейство Chironomidae	
Ablabesmyia lentiginosa	β
Ablabesmyia monilis	β
Chironomus sp.	а-р
Cladopelma viridula	–
Cladotanytarsus mancus	–
Cryptochironomus defectus	а
Cryptochironomus sp.	β
Glyptotendipes gripekoveni	β
Paratendipes albimanus	β
Pentapedilum exectum	β
Polypedilum convictum	β-а
Procladius choreus	β-а
Procladius ferrugineus	β
Tanytarsus gregarius	о
Подтип Crustacea	
Asellus aquaticus	а
Отряд Ephemeroptera	
Caenis horaria	о
Caenis macrura	β
Тип Mollusca	
Anodonta sp.	β
Bithynia tentaculata	β
Pisidium amnicum	
Подкласс Oligochaeta	
Limnodrilus hoffmeisteri	а-р
Limnodrilus sp.	а-р
Nais sp.	–
Potamothenis hammoniensis	а-р
Stylaria lacustris	β
Отряд Trichoptera	
Polycentropus flavomaculatus	β
Прочие	
Ceratopogonidae	–
Chaoborus sp.	о-р
Hydrachna sp.	о-β
Sialis lutaria	β-а

Таблица 4

**Видовой состав и сапробность зообентоса озера Рыбного**

Вид	Индивидуальная сапробность
Семейство Chironomidae	
Ablabesmyia sp.	β
Chironomus plumosus	р

Вид	Индивидуальная сапробность
Семейство Chironomidae	
Chironomus sp.	а-р
Clinotanytus nervosus	–
Endochironomus albipennis	β
Parachironomus pararostratus	–
Procladius choreus	β-а
Tanytus vilipennis	–
Отряд Ephemeroptera	
Caenis horaria	о
Cloeon dipterum	о-а
Тип Mollusca	
Bithynia tentaculata	β
Pisidium amnicum	β
Подкласс Oligochaeta	
Psammoryctides albicola	β-а
Stylaria lacustris	β
Отряд Trichoptera	
Athripsodes aterrimus	–
Прочие	
Hydrachna sp.	о-β

В зообентосе озер Мариново и Рыбного преобладают β-мезосапробы – 40% и 25% соответственно (рис. 2). В оз. Камышовом достаточно высокая доля α-р-сапробов – 29%, что позволяет отнести придонные слои воды данного озера к категории «загрязненные».

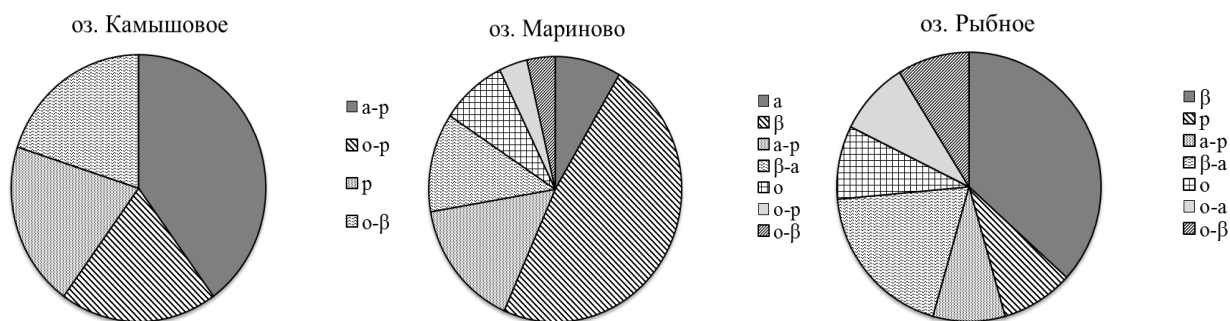


Рис. 2. Структура видов зообентоса озер Виштынецкой группы по индивидуальной сапробности вида

При проведении экологической оценки состояния озер были использованы два индекса – биотический индекс Вудивисса и индекс сапробности Пантле – Букка, которые дали достаточно схожую картину качества вод с индивидуальным индексом сапробности (табл. 5). Индекс Вудивисса для оз. Рыбного достаточно высокий, выше шести, показатель сапробности равен 2,5–2,2, что указывает на изменение воды от условно чистой до умеренно загрязненной.

Таблица 5

Сравнение экологических показателей озер

Экологический показатель	оз. Камышовое	оз. Мариново	оз. Рыбное
Биотический индекс Вудивисса	2,3	4,1	6,1
Индекс сапробности	2,5	2,2	2,2

По итогам исследования озера Мариново и Рыбное можно отнести к β-мезосапробному классу, показывающему умеренное загрязнение воды. Несмотря на то, что оз. Камышовое находится в лесном массиве и не подвергается никакой антропогенной нагрузке, его воды относятся к α-р-сапробному классу и принадлежат к категории «загрязненные». Полученный результат можно объяснить тем, что данное озеро имеет малую проточность и в связи с этим быстро зарастает. В этом случае эвтрофикация может происходить при естественных условиях водоема. По-

лученные результаты можно использовать как фоновые для прослеживания влияния антропогенной нагрузки на озера и разработки природоохранных мероприятий.

### **Литература**

1. Унифицированные методы исследования качества вод // Методы биологического анализа вод. – М., 1976. – Ч. 3.
2. *Волкова И.В., Ершова Т.С., Шилудин С.В.* Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения с помощью гидробионтов. – М., 2009.
3. Видовое разнообразие зообентоса, биоиндикация и экологическое состояние озер Калининградской области / *М.Н. Шибаева, Е.П. Матвеева, Е.А. Масюткина* // Вестник Балтийского федерального университета им. И.Канта. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 7. – С. 91–96.
4. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 239 с.
5. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Зообентос и его продукция. – Л.: АН СССР ЗИН, 1982. 33 с.
6. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л., 1977.
7. *Жадин В.И.* Жизнь пресных вод СССР: в 4 т. – М.; Л., 1940. – Т.1.
8. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л., 1983.
9. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. проф. В.А. Абакумова. – СПб., 1993.
10. *Тылик К.В.* Питание и пищевые взаимоотношения рыб малых озер /на примере Калининградской области: Автореф. дис. ... к.б.н.: 03.00.10 / Тылик Константин Владимирович; ГосНИОРХ НПО ПРОМРЫБВОД. – Ленинград, 1987. – 49 с.
11. Виштынецкое озеро: природа, история, экология / *В.В. Орленок, Г.М. Баринава, П.П. Кучерявый, Г.Л. Уляшев*; Калининград. ун-т. – Калининград, 2000. – 185 с.

УДК 597.2/.5(265.54)

**О.И. Пушина, С.Ф. Соломатов**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,*

*Владивосток, 690091*

*e-mail: triotrof@yandex.ru*

**СТРУКТУРА ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ РЕСУРСОВ ДЕМЕРСАЛЬНЫМИ РЫБАМИ  
НА ШЕЛЬФЕ СЕВЕРНОГО ПРИМОРЬЯ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)  
В РАННЕВЕСЕННИЙ ПЕРИОД**

На основе данных, полученных в конце марта – начале мая 2009–2014 гг., на шельфе Северного Приморья, выделены пять трофических группировок демерсальных рыб: бентофаги, ихтиофаги, ихтионектобентофаги, нектобентофаги и планктофаги. Средние величины суточных рационов рыб оценены в 0,02–3,5% от массы тела, при этом максимальный средневзвешенный рацион отмечен у нектобентофагов (2,5%), минимальный – у бентофагов (1,1%). Показано, что основные потоки органического вещества поступали в шельфовые ихтиоцены с бентосом (29,5%), нектобентосом (29,9%) и зоопланктоном (25,1%), в меньшей степени – с нектоном (14,8%). С глубиной роль нектобентоса и зоопланктона в суммарном рационе рыб возрастала, но снижалось значение бентоса и нектона. Структура потребления пищевых ресурсов определялась характером и интенсивностью питания доминирующих по биомассе рыб. На внутреннем шельфе главными потребителями гидробионтов были ихтионектобентофаги (многоиглый и снежный керчаки) и нектобентофаг дальневосточный шлемоносец, на внешнем – дальневосточный шлемоносец, многоиглый керчак и планктофаги (южный одноперый терпуг и широколобый шлемоносец).

**Ключевые слова:** демерсальные рыбы, питание, трофические группировки, суточный рацион, потребление, северное Приморье.

**O.I. Pushchina, S.F. Solomatov**

*Pacific Research Fisheries Centre,*

*Vladivostok, 690091*

*e-mail: triotrof@yandex.ru*

**STRUCTURE OF FOOD CONSUMPTION BY DEMERSAL FISH ON THE SHELF  
OF THE NORTHERN PRIMORYE REGION (SEA OF JAPAN) IN EARLY SPRING**

Based on the data obtained in late March – early May 2009–2014, five trophic groups of demersal fish were distinguished on the continental slope of the Northern Primorye region: benthophages, ichthyophages, ichthyonektobenthophages, nektobenthophages, and planktophages. The average values of fish daily rations ranged from 0.02 to 3.5% of the body mass, with the maximum weighted-average ration recorded in nektobenthophages (2.5%), and the minimum, in benthophages (1.1%). The basic source of the organic matter in the shelf ichthyocenes was comprised by benthos (29.5%), nektobenthos (29.9%), zooplankton (25.1%), and, to a lesser degree, nekton (14.8%). With depth, the proportion of nektobenthos and zooplankton in the total fish ration increased, and that of benthos and nekton, decreased. The structure of food consumption was determined by the feeding habits and intensity in the dominant fish species. In the inner shelf, the major hydrobiont consumers were the great and snowy sculpins (ichthyonektobenthophages) and the blackedged sculpin (nektobenthophage), and in the outer shelf, the blackedged and great sculpins and planktophages (arabesque greenling and graypurple sculpin).

**Key words:** demersal fish, feeding, trophic groups, daily ration, consumption, Northern Primorye Region.

Успешное решение вопросов, связанных с определением емкости водных экосистем и рациональным ведением промысла, невозможно без знания трофических связей гидробионтов, степени использования ими кормовой базы и обеспеченности пищей [1]. Среди сообществ демерсальных рыб северо-западной части Японского моря, слагающих основу сырьевой базы прибрежного рыболовства, наиболее изученными в трофологическом отношении являются ихтио-

цены зал. Петра Великого [2]. Значительно меньше сведений по акватории Северного Приморья, площадь которой превосходит залив в три раза, а объем ресурсов почти в четыре. Для восполнения пробела в исследованиях экспедициями ТИНРО-центра, проведенными в этом районе в конце марта – начале мая 2009, 2012–2014 гг., осуществлялся сбор материалов по питанию массовых и обычных видов рыб. Данные, полученные на материковом склоне, были обобщены на предыдущем этапе работы [3]. В настоящем сообщении рассматриваются качественные и количественные характеристики рационов демерсальных рыб на шельфе Северного Приморья и дается оценка потребления ими пищевых ресурсов в ранневесенний период.

Желудки рыб собирали в ходе донных траловых съемок у побережья Приморья (от м. Поворотный до м. Золотой) на глубинах 18–200 м. Обработку проб и расчет суточных пищевых рационов (СПР) выполняли по методикам, принятым в ТИНРО-центре [4, 1]. Среднюю для вида величину рациона и соотношение в нем компонентов определяли с учетом биомасс исследованных размерных групп особей и их вклада в общее потребление. В трофологических расчетах использованы среднесезонные значения биомасс, вычисленных методом площадей [5]. Всего обработано 2016 желудков от 25 видов рыб.

В ранневесенний период 2009–2014 гг. величина учтенной на шельфе Северного Приморья ихтиомассы составила в среднем 38,8 тыс. т. Большая часть обитавших здесь рыб (86,9%) была сосредоточена в элиторальной зоне (внешний шельф с глубинами 51–200 м), меньшая придерживалась сублиторальной (внутренний шельф с глубинами до 50 м). Особенностью этих лет был беспрецедентно высокий для северо-западной части Японского моря уровень обилия бычков семейства рогатковых [6, 7], что отразилось и на составе доминирующих видов. Наиболее значительную биомассу в шельфовых водах имели дальневосточный шлемоносец и многоиглый керчак (в сублиторали соответственно 25,7 и 11,2%, в элиторали – 19,0 и 20,3%). Кроме них, в число доминантов в первом биотопе входили снежный керчак (17,2%) и желтополосая камбала (14,4%), а во втором – южный одноперый терпуг (10,9%) и широколобый шлемоносец (10,8%).

По составу и соотношению компонентов рациона исследованные виды рыб подразделяются на пять трофических группировок (гильдий): бентофаги, ихтиофаги, ихтионектобентофаги, нектобентофаги и планктофаги (рис. 1).

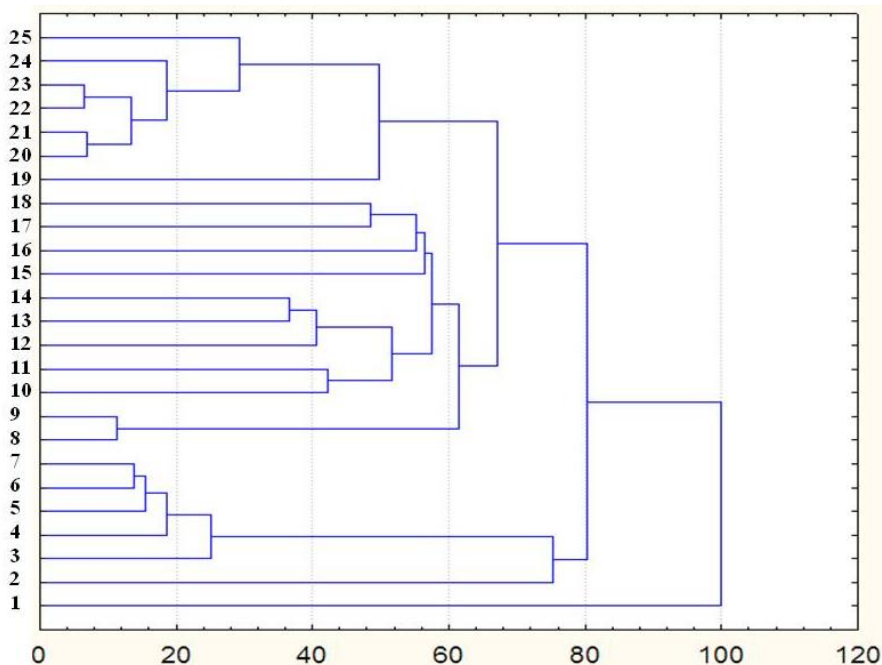


Рис. 1. Трофические группировки демерсальных рыб на шельфе Северного Приморья в ранневесенний период (2009–2014 гг.). По оси абсцисс – Евклидово расстояние, по оси ординат – виды рыб: 1 – двурогий бычок, 2 – длиннорылая камбала, 3 – малоротая камбала, 4 – японская камбала, 5 – желтоперая камбала, 6 – желтополосая камбала, 7 – нитчатый шлемоносец, 8 – южная палтусовидная камбала, 9 – треска, 10 – снежный керчак, 11 – дальневосточный шлемоносец, 12 – многоиглый керчак, 13 – керчак-яок, 14 – длинношипый бычок, 15 – усатый липарис, 16 – охотский липарис, 17 – пестрый получешуйник, 18 – навага, 19 – колючий ицел, 20 – колючая камбала, 21 – широколобый шлемоносец, 22 – остроголовая камбала, 23 – южный одноперый терпуг, 24 – минтай, 25 – тихоокеанская сельдь



Гильдию бентофагов формируют в основном червееды – нитчатый шлемоносец, малоротая, желтополосая, японская и желтоперая камбалы, в пище которых доля полихет составляла 70,1–78,4%. К этой же группе на меньшем уровне сходства примыкает длиннорылая камбала, поедавшая главным образом мелких ракообразных – кумовых, гаммарид, капреллид (84,9%). Типичным бентофагом является и двурогий бычок, не вошедший ни в одну группировку из-за своеобразного таксономического состава потребляемых им жертв – двустворчатых моллюсков, офиур, молоди морских ежей (в сумме 95,5%).

Ихтиофаги представлены треской и южной палтусовидной камбалой, в рационе которых абсолютно доминировали рыбы (95,3–91,2%): у трески – в основном придонно-пелагические (сельдь, минтай, терпуг), у камбалы – донные (мелкие виды рогатковых и стихеевых).

Группа ихтионектобентофагов объединяет длинношипого бычка и керчаков (многоиглого, керчака-яока, снежного), питавшихся различными рыбами (30,2–46,4%), преимущественно рогатковыми и стихеевыми, а также декаподами (20,5–49,4%) с преобладанием креветок у длинношипого бычка и крабов у керчаков. Кроме того, в число главных компонентов корма снежного керчака входили эхиуриды (44,7%), а многоиглого – осьминоги (24,7%).

К нектобентофагам относятся навага, пестрый получешуйник, дальневосточный шлемоносец, охотский и усатый липарисы, предпочитавшие донных и придонных ракообразных (в сумме 37,7–87,0%), как правило, декапод, реже мизид и гаммарид. Наряду с ракообразными, в питании получешуйника и дальневосточного шлемоносца важную роль играли черви (22,6–41,1%).

Гильдию планктофагов образуют минтай, терпуг, широколобый шлемоносец, остроголовая и колючая камбалы, потреблявшие главным образом различных планктонных животных (81,8–96,1%), в основном гиперид и эвфаузиид. В эту же группировку вошли сельдь и колючий ицел, однако логичнее отнести их к эврифагам, т. к. пища сельди, помимо планктона, содержала значительное количество нектобентосных мизид (41,2%), а рацион ицела наполовину состоял из рыб (24,9%), а также бентосных и нектобентосных беспозвоночных (25,3%).

Средние величины суточных рационов исследованных рыб варьировали от 0,02 до 3,5% от массы тела, причем у большинства видов они превышали 2,0% (рис. 2).

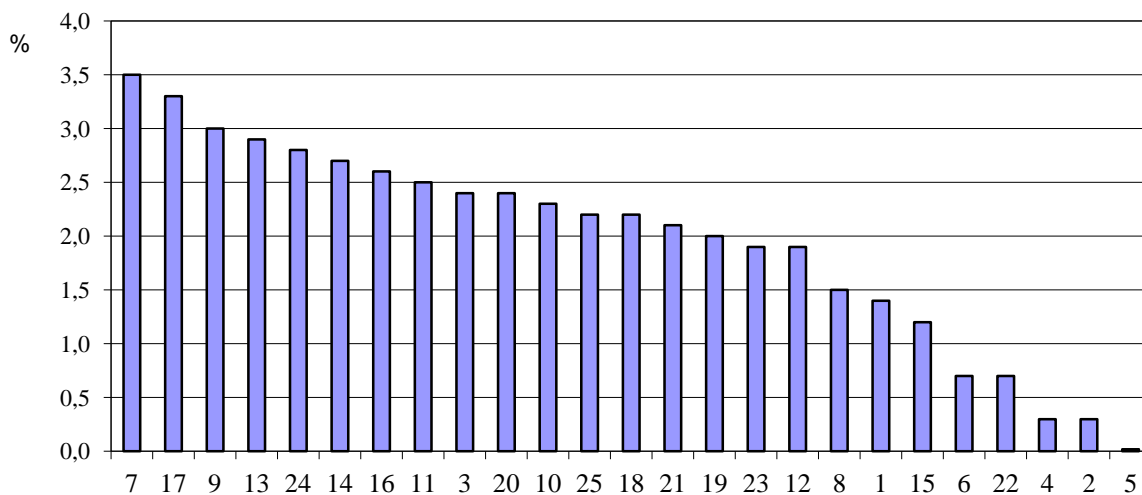


Рис. 2. Средние суточные рационы демерсальных рыб (% от массы тела) на шельфе Северного Приморья в ранневесенний период (2009–2014 гг.). Номера видов как на рис. 1

Максимальный средневзвешенный СПР отмечен у нектобентофагов (2,5%), минимальный – у бентофагов (1,1%). СПР ихтиофагов составил 2,3%, а ихтионектобентофагов и планктофагов – 2,1%. Низкий рацион гильдии бентофагов был обусловлен тем, что половину их биомассы составляли желтоперая, длиннорылая, японская и желтополосая камбалы, только начинавшие выходить из состояния зимнего голодания и имевшие СПР 0,02–0,7%. Рационы так называемых «глубоководных» камбал – палтусовидной, колючей и малоротой, совершающих более протяженные сезонные миграции, были заметно выше (1,5–2,4%), хотя на кормовую активность взрослых особей палтусовидной камбалы (так же, как сельди и японской камбалы), безусловно, оказывал влияние протекающий в это время нерест. Гораздо интенсивнее питались виды с осен-

не-зимним и зимним нерестом, в том числе представители доминирующего по биомассе семейства рогатковых, что определило в целом более высокую величину рациона рыб на шельфе (2,1%) по сравнению с материковым склоном, где она составляла 0,9% [3].

Относительные величины средневзвешенного суточного рациона рыб на внутреннем и внешнем шельфе в ранневесенний период находились практически на одном уровне (2,3–2,1%), чего нельзя сказать об абсолютных величинах рациона и его составе. По нашим расчетам, за один месяц (апрель) в сублиторальной зоне исследованные виды выедали всего 2,87 тыс. т различных гидробионтов, большая часть которых приходилась на червей (полихет, эхиурид), декапод (с доминированием краба-стригуна) и рыб (в основном стихеевых) (рис. 3). Из других групп кормовых организмов существенную долю имели только двустворчатые моллюски.

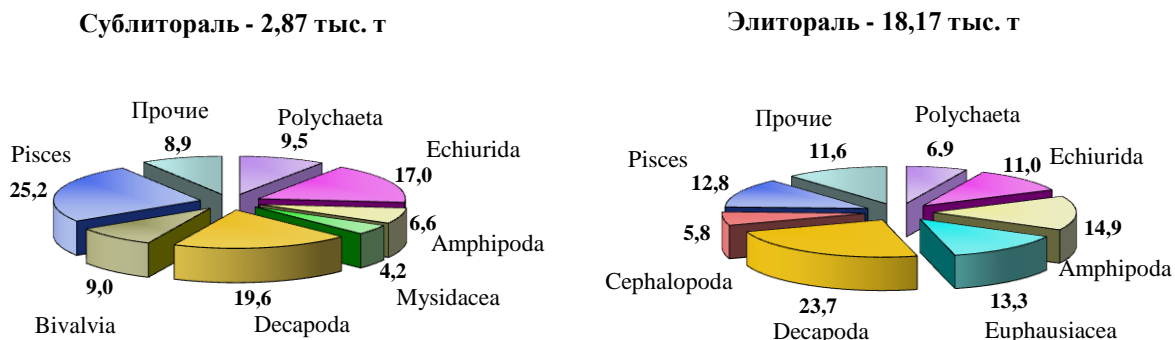


Рис. 3. Объем потребления пищи за один месяц и доля различных таксономических групп гидробионтов (%) в суммарном рационе демерсальных рыб на шельфе Северного Приморья в ранневесенний период (2009–2014 гг.)

В элиторали, где была сосредоточена основная масса рыб, выедание составило 18,17 тыс. т. По сравнению с сублиторалью, доля червей в суммарном рационе обитателей этого биотопа сократилась в 1,5 раза, рыб – в 2, двустворчатых – в 6 раз, при этом значительно увеличилось количество ракообразных, особенно эвфаузиид и гипериид. Таким образом, роль бентоса и нектона в питании шельфовых рыб с глубиной снижалась, но возрастала роль нектобентоса и зоопланктона.

Перечисленные изменения в соотношении различных таксономических и экологических групп жертв обусловлены, главным образом, характером и интенсивностью питания доминирующих по биомассе рыб. На внутреннем шельфе основной вклад в выедание гидробионтов вносили хищные виды (84,3%), преимущественно керчаки (ихтионектобентофаги) и дальневосточный шлемоносец (нектобентофаг) (рис. 4).

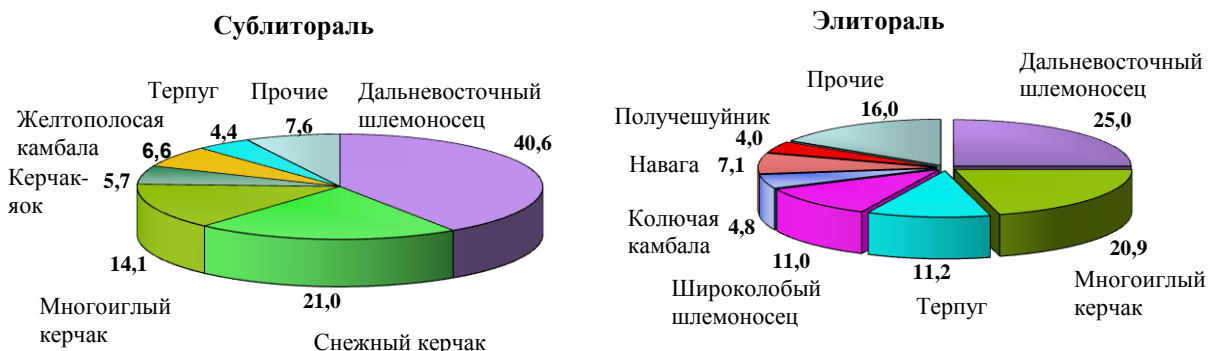


Рис. 4. Доля потребителей (%) в общем объеме выедания гидробионтов демерсальными рыбами на шельфе Северного Приморья в ранневесенний период (2009–2014 гг.)

Доля массовой, но слабо питающейся желтополосой камбалы и других бентофагов составила 10,3%, а планктофагов – всего 5,4%. На внешнем шельфе главными потребителями также были хищники, однако в связи со значительным возрастанием здесь биомассы планктоноядных видов (особенно терпуга и широколобого шлемоносца) и, соответственно, их вклада в выедание (29,5%), доля хищников в общем потреблении сократилась до 65,3%, а бентофагов – до 5,2%.

В целом структура потребления пищевых ресурсов на шельфе Северного Приморья была очень близка к таковой в элиторали (рис. 5). В отличие от материкового склона, где в ранневесенний период трофические связи демерсальных рыб замыкались главным образом на нектобентос (38,9%), зоопланктон (24,8%) и нектон (23,4%) [3], основные потоки органического вещества в шельфовые ихтиоцены поступали с бентосом (29,5%), нектобентосом (29,9%) и зоопланктоном (25,1%).

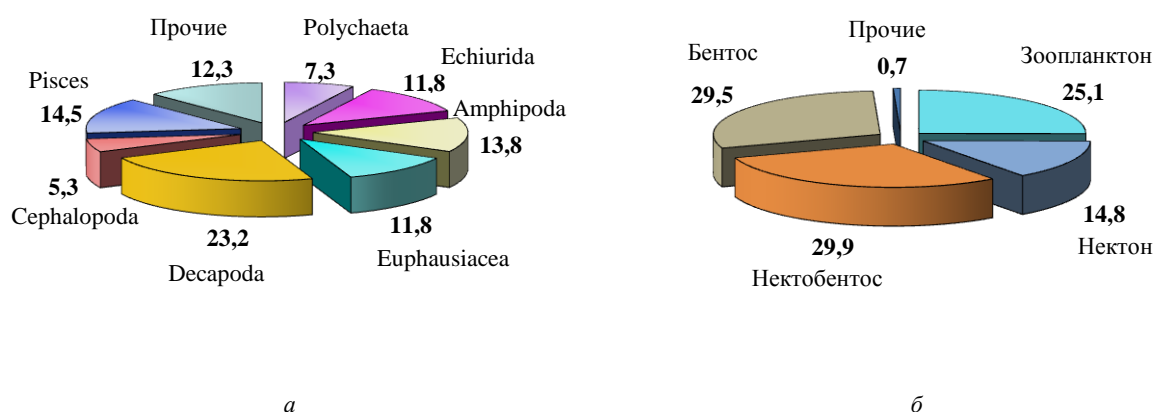


Рис. 5. Доля различных таксономических (а) и экологических (б) групп гидробионтов (%) в суммарном рационе демерсальных рыб на шельфе Северного Приморья в ранневесенний период (2009–2014 гг.)

### Литература

1. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 483 с.
2. Пуцина О.И. Питание и трофические связи демерсальных рыб зал. Петра Великого (Японское море) в летний период: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2012. – 24 с.
3. Пуцина О.И., Соломатов С.Ф. Структура потребления пищевых ресурсов демерсальными рыбами на материковом склоне Северного Приморья (Японское море) в ранневесенний период // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление: Материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвященной 85-летию Камчатского науч.-исслед. ин-та рыбного хоз-ва и океанографии (3–6 октября 2017 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. – С. 248–253.
4. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.
5. Аксютин Э.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищ. пром-сть, 1968. – 288 с.
6. Вдовин А.Н., Соломатов С.Ф. Состояние и динамика запасов рыб в морских водах Приморья (Японское море) в 1983–2011 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2013. – Вып. 29. – С. 92–103.
7. Панченко В.В., Бойко М.И. Современное состояние ресурсов донных рыб в водах Северного Приморья // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: Труды II Междунар. науч.-практ. конф. (15–16 октября 2014 г.). – Калининград: КГТУ, 2014. – С. 48–51.

УДК 594.124(265.54)

**Л.Г. Седова, Д.А. Соколенко**

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

**ПРОМЫСЛОВЫЙ ЗАПАС МИДИИ ГРЕЯ *CRENOMYTILUS GRAYANUS*  
В ПРИБРЕЖЬЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ  
(ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Приведены данные о современном состоянии ресурсов мидии Грея *Crenomytilus grayanus* в прибрежных водах Приморского края (Японское море) по результатам водолазных исследований 2007–2017 гг. Состояние поселений моллюсков стабильно, промысловый запас оценен в 25 тыс. т.

**Ключевые слова:** *Crenomytilus grayanus*, промысловый запас, залив Петра Великого, Приморский край, Японское море.

**L.G. Sedova, D.A. Sokolenko**

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

**COMMERCIAL STOCK OF THE MUSSEL *CRENOMYTILUS GRAYANUS*  
IN COASTAL WATERS OF THE PRIMORSKY KRAI (SEA OF JAPAN)**

Current state of the mussel *Crenomytilus grayanus* in the coastal waters of the Primorsky Krai (Sea of Japan) is considered on the data of diving surveys conducted in 2007–2017. The status of mollusk's settlements is stable, commercial stock is estimated at 25,000 tons.

**Key words:** *Crenomytilus grayanus*, commercial stock, Peter the Great Bay, Primorsky Krai, Sea of Japan.

**Введение**

Мидия Грея *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) – один из наиболее массовых видов двусторчатых моллюсков в прибрежной зоне Приморского края и традиционный объект промысла. Моллюски обитают на разнообразных грунтах до глубины 60 м, ведут прикрепленный образ жизни, образуя агрегации (друзы и щетки), также встречаются одиночными особями.

Впервые в зал. Петра Великого промысловые скопления мидии были описаны в 1930-е гг. [1]. Агрегации мидий встречались практически повсеместно, как на твердых, так и на мягких грунтах. Первый количественный учет мидии и оценка ее биомассы в объеме 51 тыс. т были выполнены в 1960-х годах [2]. Количественный учет, проведенный в 1970-х годах, выявил снижение численности и площадей поселений моллюсков при сохранении картины их пространственного распределения, запас был оценен в 18 тыс. т [3], в 1990-х годах – в 6,5 тыс. т [4]. Существующая технология промысла с селективным изъятием особей из друз приводила к их разрушению и, как следствие, изменению структурной организации поселений мидии Грея и снижению ее запасов в зал. Петра Великого [3, 4].

Активный промысел мидии в зал. Петра Великого осуществлялся в 1930-х годах, объемы ее вылова достигали 500 т [1], в отдельные годы вылов мидии превышал 1000 т (1936, 1950 гг.), с 1961 по 1969 г. варьировал в пределах 300–850 т [3, 4]. Затем, со снижением запасов мидии и отсутствием спроса, вылов практически прекратился. С 2000 по 2007 г. максимальный ежегодный вылов составлял 56 т (2001 г.), а минимальный – 0,4 т. Ведение промысла в незначительных масштабах могло повлиять на восстановление популяции мидии Грея. В 2014 г. ее промысло-

вый запас в зал. Петра Великого превысил величину запаса, оцененного в 1970-х годах, и составил 21,3 тыс. т [3, 5], на участке от м. Поворотный до м. Золотой – 1,1 тыс. т [5].

Цель данной работы – исследование состояния поселений *S. grayanus* и оценка ее промыслового запаса в прибрежной зоне Приморского края.

### Материал и методы

Исследования проводили в прибрежье Приморского края водолажным способом на НИС «Убежденный» БИФ ТИНРО в летне-осенние периоды 2007–2017 гг.

Данные по пространственному распределению и обилию моллюсков получены с использованием стандартных водолажных гидробиологических методов на глубинах до 20 м [6]. Расстояние между станциями на перпендикулярных к берегу разрезах составляло 100–500 м в зависимости от орографии и характера донных ландшафтов. Отбор проб осуществляли с одного квадратного метра. Друзы моллюсков срезали водолажным ножом, стараясь сохранить их целостность. Всего было проанализировано 2847 станций, расположенных вдоль всего побережья Приморского края от устья р. Туманная до м. Золотой, за исключением акваторий портов, плантаций марикультуры и районов, запрещенных для плавания (рис. 1).

Линейные размеры моллюсков определяли с помощью штангенциркуля с точностью до 1 мм, массу особей – взвешиванием с точностью до 1 г. Статистическую обработку полученных данных проводили с применением программ STATISTICA, Microsoft Excel. Для подготовки картографических материалов применяли ГИС MapInfo Professional. Расчет общей биомассы и численности мидий осуществляли методом диаграмм Вороного (полигоны Тиссена) [7].

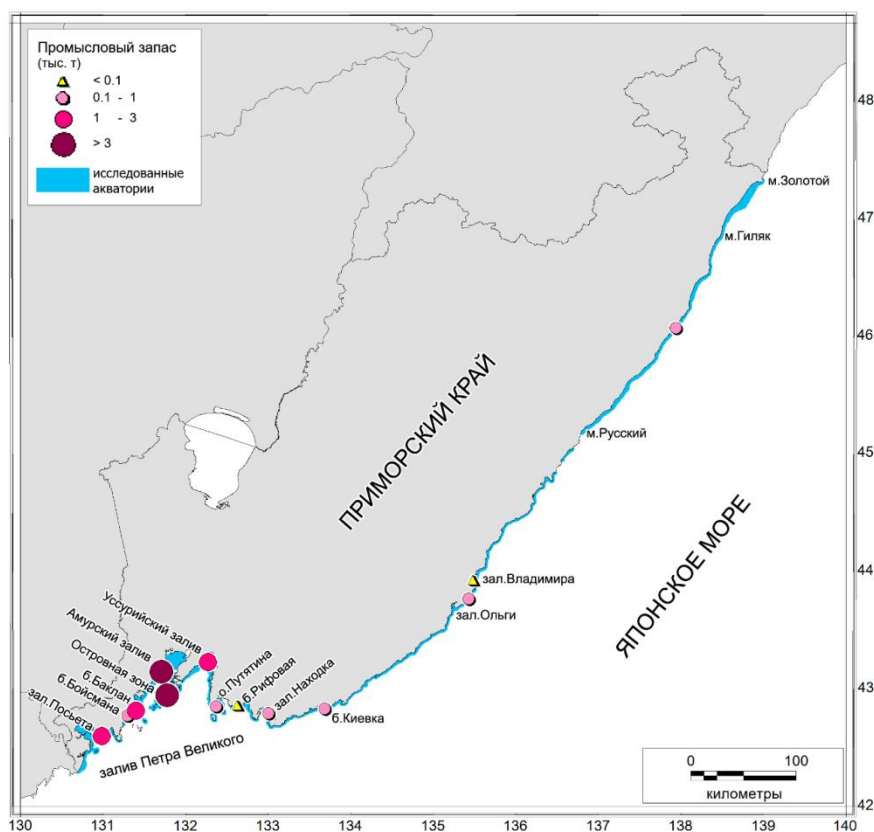


Рис. 1. Карта-схема исследованных акваторий и основных поселений мидии Грея в прибрежье Приморского края

### Результаты и обсуждение

В зал. Петра Великого на глубинах до 20 м мидия Грея широко распространена и имеет существенные ресурсы (рис. 1, табл. 1). Обширные поселения с высокими показателями плотности обнаружены в заливах Посыета и Амурском, бух. Баклан, островной зоне зал. Петра Великого (о-ва Русский, Попова, Рейнеке, Рикорда и др.). Наиболее значимый промысловый запас

*S. grayanus* сосредоточен в Амурском заливе – более 13 тыс. т (табл. 1). Величины запаса, превышающие тысячу тонн, обнаружены в островной зоне, заливах Уссурийском, Посыета, бух. Баклан.

Таблица 1

**Биостатистические характеристики и запасы мидии Грея в заливе Петра Великого**

Район, год исследования	Площадь, км <sup>2</sup>	Средняя плотность поселения		Средние размеры		Непромысловая часть поселения, %	Запас	
		экз./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	длина раковины, мм	масса, г		промысловый, тыс. т	общий, тыс. т
Зал. Посыета, 2015	7,7	7,6 ± 1,8	712 ± 155	75 ± 2	135 ± 8	69,4	1,39	3,34
Бух. Бойсмана, 2014	4,3	1,5 ± 0,3	512 ± 137	71 ± 4	163 ± 13	56,9	0,85	1,98
Бух. Баклан, 2016	2,5	10,9 ± 4,0	672 ± 184	48 ± 2	81 ± 8	84,0	1,04	1,48
Амурский залив, 2009	17,6	11,4 ± 2,6	789 ± 175	95 ± 2	153 ± 10	45,5	13,15	21,41
Островная зона, 2017	24,1	10,0 ± 1,8	751 ± 118	70 ± 2	100 ± 6	76,0	4,08	7,43
Уссурийский залив, 2014	9,7	3,5 ± 1	564 ± 147	70 ± 6	127 ± 15	57,5	2,22	5,00
Район о. Путятина, 2007	4,4	0,9 ± 0,2	216 ± 79	127 ± 10	372 ± 62	20,0	0,69	0,87
Бух. Рифовая, 2010	0,4	5,3 ± 4,9	709 ± 591	76 ± 6	142 ± 24	68,9	0,07	0,24
Зал. Находка, 2013	5,1	0,6 ± 0,2	173 ± 58	100 ± 3	232 ± 16	38,7	0,37	0,74
Итого:	75,8						23,9	42,5

В зал. Петра Великого моллюски имели длину раковины от 5 до 184 мм и массу от 0,1 до 1079 г. Наибольшие средние размеры отмечены в районе о. Путятина и зал. Находка, где доля особей непромыслового размера (с длиной раковины менее 100 мм) находилась на низком уровне, соответственно 20,0 и 38,7% (табл. 1). Наибольшее количество непромысловых особей отмечено в бух. Баклан (84,0%), что отразилось на величине средней длины раковины, составившей всего 48 мм. В остальных поселениях доля непромысловой части варьирует от 45,5 до 76,0%.

На большей части акваторий от м. Поворотный до м. Золотой мидия встречалась в основном единично, преимущественно на глубинах более 14 м. Поселения выявлены в бух. Киевка, на участках от зал. Ольги до зал. Владимира, от м. Русский до м. Гиляк (рис. 1, табл. 2). Плотность поселений здесь значительно ниже, чем в зал. Петра Великого. Удельная биомасса более 200 г/м<sup>2</sup> отмечена в бух. Киевка и на отдельных участках от м. Русский до м. Гиляк.

Таблица 2

**Биостатистические характеристики и запасы мидии Грея на акваториях от мыса Поворотный до мыса Золотой**

Район, год исследования	Площадь, км <sup>2</sup>	Средняя плотность поселения		Средние размеры		Непромысловая часть поселения, %	Запас	
		экз./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	длина раковины, мм	масса, г		промысловый, тыс. т	общий, тыс. т
Бух. Киевка, 2016	0,67	2,6 ± 1,2	233 ± 100	59,7 ± 3,0	93 ± 10	79,4	0,11	0,16
Зал. Ольги – зал. Владимира, 2012	0,34	0,1 ± 0,1	2 ± 1	60,6 ± 14,9	92 ± 42	70,0	0,17	0,44
Зал. Владимира, 2017	0,92	0,7 ± 0,7	160 ± 151	116,5 ± 6,0	196 ± 31	27,3	0,04	0,04
Мыс Русский – мыс Гиляк, 2017	94,7	2,1 ± 1,4	355 ± 221	97,6 ± 4,1	180 ± 16	43,1	0,80	1,91
Итого:	96,6						1,1	2,6

Размеры мидии Грея в районе от м. Поворотный до м. Золотой варьировали в пределах: длина раковины 7–161 мм, масса – 0,4–768 г. Наибольшие средние размеры моллюсков отмечены в зал. Владимира и на участке от м. Русский до м. Гиляк, в имеющихся там поселениях доля непромысловой части составила соответственно 27,3% и 43,1% (табл. 2).

В целом в прибрежье Приморского края состояние поселений мидии Грея стабильно. Суммарный промысловый запас вида в подзоне Приморье (южнее м. Золотой) оценен в 25 тыс. т (55,4% от общего запаса). Более 90% запасов сконцентрировано в зал. Петра Великого, где и осуществляют промышленный лов моллюска. От м. Поворотный до м. Золотой ресурсы мидии рассредоточены на обширной акватории, перспективы промысла здесь невелики.

Промысел *S. grayanus* осуществляется преимущественно водолазным способом. Как упоминалось выше, в 2000–2007 г. объемы добычи были незначительны. С 2008 г. рекомендуемый

вылов (РВ) мидии был установлен на уровне 110 т, однако его освоение до 2015 г. не превышало 40% (рис. 2). В связи с появлением рынков сбыта, в 2016 г. у рыбопромышленников возобновился интерес к этому объекту: вылов составил 79,1 т (74,2% от РВ). Учитывая стабильный статус промысловых запасов, в 2017 г. рекомендуемый вылов мидии Грея был увеличен до 430 т, а освоение составило 65,8%.

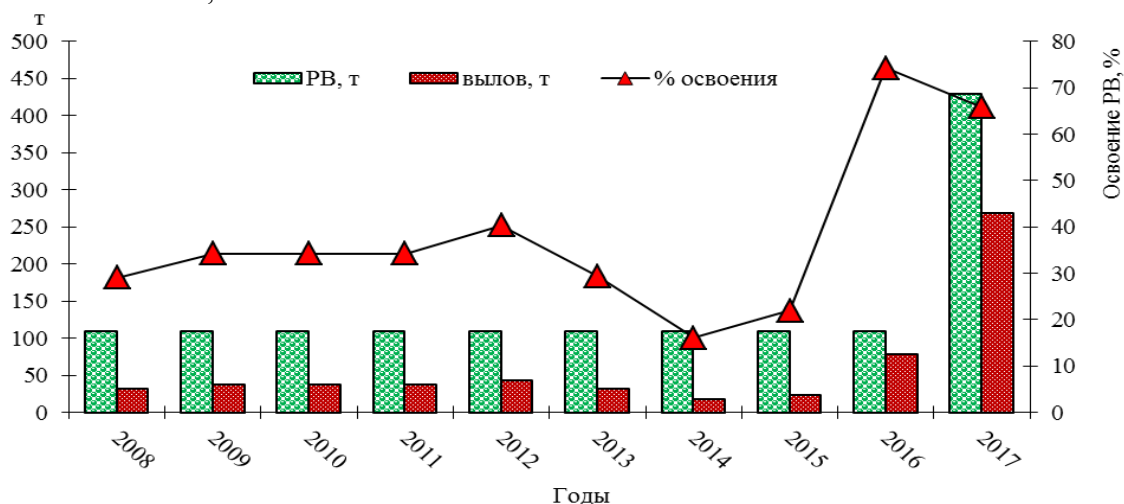


Рис. 2. РВ и вылов мидии Грея (по данным Приморского территориального управления ФАП)

### Заключение

Исследование ресурсов мидии Грея в прибрежных водах Приморского края (Японское море) показало, что состояние поселений моллюсков стабильно: доля особей непромыслового размера в большей части поселений превышает 50%, что свидетельствует о протекающих процессах активного естественного воспроизводства.

Суммарный промысловый запас *S. grayanus* в подзоне Приморье (южнее м. Золотой) оценен в 25 тыс. т, более 90% которого сконцентрировано в зал. Петра Великого. При соблюдении технологии рационального промысла имеются неплохие долговременные перспективы для промышленной добычи мидии Грея в зал. Петра Великого.

### Литература

1. Разин А.И. Морские промысловые моллюски южного Приморья. – М.-Хабаровск: ОГИЗ-ДАЛЬГИЗ, 1934. – 110 с.
2. Микулич Л.В. Распределение и состояние запасов моллюсков, трепанга, травяного шримса и некоторых других промысловых объектов в заливе Петра Великого: Отчет о НИР/ТИНРО, № 7097. – Владивосток, 1960. – 145 с.
3. Бирюлина М.Г. Современные запасы мидии в заливе Петра Великого // Вопросы гидробиологии некоторых районов Тихого океана. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1972. – С. 11–21.
4. Гаврилова Г.С., Жембровский С.Ю. Современное распределение мидии гигантской *Srenomytilus grayanus* (Dunker) в заливе Петра Великого // Известия ТИНРО. – 2000. – Т. 127. – С. 342–350.
5. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Ресурсы мидии Грея в прибрежье Приморского края // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – С. 80–84.
6. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне / Е.И. Блинова, О.Ю. Вилкова, Д.М. Милютин, О.А. Пронина. – М.: ВНИРО, 2003. – 80 с.
7. Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопросы рыболовства. – 2003. – Т. 4, № 1 (13). – С. 157–170.

УДК 594.124 (265.54)

**Л.Г. Седова, Д.А. Соколенко**

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

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИДИИ ГРЕЯ *CRENOMYTILUS GRAYANUS* И МОДИОЛУСА  
КУРИЛЬСКОГО *MODIOLUS KURILENSIS* В ЗАЛИВЕ ПОСЬЕТА  
(ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Исследовано пространственное распределение мидии Грея *Crenomytilus grayanus* и модиолуса курильского *Modiolus kurilensis* в заливе Посьета (залив Петра Великого, Японское море) в зависимости от типа грунта и глубины обитания. Мидия Грея доминирует на твердых субстратах, смешанные друзы на мягких грунтах представлены примерно равным соотношением обилия видов.

**Ключевые слова:** мидия Грея, *Crenomytilus grayanus*, модиолус курильский, *Modiolus kurilensis*, распределение, грунт, глубина обитания, залив Посьета, залив Петра Великого, Японское море.

**L.G. Sedova, D.A. Sokolenko**

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

**DISTRIBUTION OF MUSSEL *CRENOMYTILUS GRAYANUS*  
AND HORSEMUSSEL *MODIOLUS KURILENSIS* IN THE POSYET BAY  
(PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

The spatial distribution of mussel *Crenomytilus grayanus* and horsemussel *Modiolus kurilensis* has been studied in the Posyet Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) depending on the depths of habitat and type of bottom sediments. Mussel dominates on hard substrates; mixed aggregations have an approximately equal abundance ratio of species.

**Key words:** mussel, *Crenomytilus grayanus*, horsemussel, *Modiolus kurilensis*, distribution, bottom sediments, depth of habitat, Posyet Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

**Введение**

Двустворчатые моллюски семейства Mutilidae мидия Грея *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) и модиолус курильский *Modiolus kurilensis* Bernard, 1983 – обычные представители эпифауны верхней сублиторали. В прибрежных водах Японского моря могут формировать большие скопления со значительной биомассой. Мидия Грея издавна добывается у берегов Приморья, модиолус используется в качестве прилова.

Моллюски ведут прикрепленный образ жизни, образуют агрегации (друзы, щетки, банки), встречаются и одиночными особями. Характерной особенностью модиолуса является тонкая раковина, у мидии Грея раковина более толстая и прочная. В зал. Посьета виды встречаются повсеместно, однако меняющиеся гидрологические условия, а также разнообразие грунтов в прибрежной зоне обуславливают высокую мозаичность их распределения [1–3]. Обычно они занимают различные биотопы, так как обладают разной способностью к колонизации твердых и мягких субстратов. Их стабильное положение на грунте в значительной мере обеспечивается наличием биссуса. *C. grayanus*, в отличие от *M. kurilensis*, наиболее успешно прикрепляются к твердым грунтам, преобладает на скалах, валунах и смешанных грунтах в местах с умеренной гидродинамикой, практически не прикрепляется к песчаному грунту. *M. kurilensis* образует наи-



более обширные поселения на мягких осадках в защищенных от воздействия волн бухтах и заливах, где для надежной фиксации к многочисленным песчинкам требуется столь же большое количество тонких биссусных нитей, глубоко проникающих в осадок [4–6].

Цель данной работы – изучение распределения *S. grayanus* и *M. kurilensis* в зал. Посыета в зависимости от типа грунта и глубины обитания.

### Материал и методы

Исследования проводили в зал. Посыета водолазным способом на НИС «Убежденный» БИФ ТИНРО в летне-осенние периоды 2007–2015 гг. Данные по пространственному распределению и обилию моллюсков получены с использованием стандартных водолазных гидробиологических методов на глубинах до 20 м [7]. Расстояние между станциями на перпендикулярных к берегу разрезах составляло 100–500 м в зависимости от орографии и характера донных ландшафтов. На каждой станции определяли тип грунта, к мягким относили песчаные, илесто-песчаные и илистые субстраты, к твердым: скалы, глыбы, валуны, камни, гальку. Всего были проанализированы данные с 1164 станций (рис. 1).

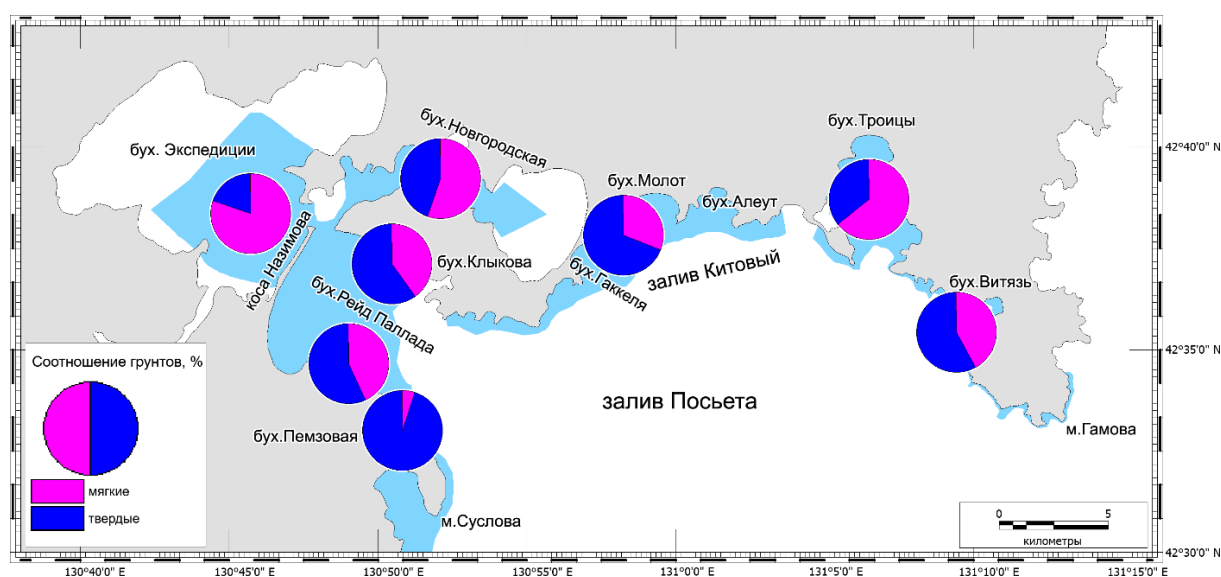


Рис. 1. Исследованные акватории и соотношение типов грунтов в заливе Посыета

Отбор проб осуществляли с одного квадратного метра. Друзы моллюсков срезали водолазным ножом, стараясь сохранить их целостность, и помещали в питомсы. Массу особей устанавливали взвешиванием с точностью до 1 г. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программ STATISTICA, Microsoft Excel. Для подготовки картографических материалов применяли ГИС MapInfo Professional.

### Результаты и обсуждение

Грунты вдоль юго-западного и северо-восточного побережья бух. Рейд Паллада представлены скалами, глыбами, валунами, булыжниками, глубже 8–10 м обычно преобладают пески и илистые пески, с включениями ракуши и камня, на глубинах более 15 м – илистые пески и илы с примесью гальки, ракуши. Вдоль узкой песчаной косы Назимова от уреза воды до глубины 2–5 м распространены чистые мелкозернистые и илистые пески, переходящие затем в илы, местами с примесью ракуши, далее – плотный ил, сменяющийся на глубине более 10 м на жидкий. Большая часть котловины бух. Экспедиции занята илами с примесью гальки, ракуши, вдоль берега и на мысовых участках – камни и валуны. Бух. Новгородская изобилует банками, устричниками и отмелями. До глубины 2 м обычно располагаются галечно-гравийные и каменистые, с примесью ракуши, грунты, глубже – галька, илистый песок с ракушей, центральная часть бухты занята илами. В бух. Клыкова и Пемзоявая – песчано-галечный грунт, на мысах – камни, валуны, глыбы. Донные осадки бухт Гаккеля, Молот и Алеут представлены преимущественно чистыми и илистыми песками, на мысах присутствуют выходы скальных пород, валуны,

булыжники и галька. В бухтах Троицы и Витязь большая часть котловин занята илами, у мысов, как правило, преобладают камни и валуны. Небольшие участки дна заняты галечными грунтами.

Из выполненных в зал. Посьета 1164 станций, на 893 (76,7%) встречались мягкие грунты, на 271 (23,3%) – твердые (рис. 2А). На твердых грунтах мидия Грея встречалась на 57,9% станций, на мягких грунтах – 15,6%, модиолус, соответственно, на 15,5% и 13,4% (рис. 2, б).

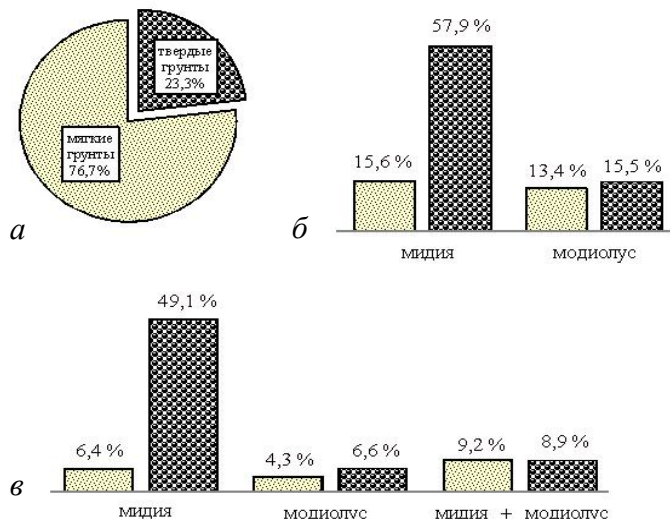


Рис. 2. Соотношение встречаемости твердых и мягких грунтов на станциях в заливе Посьета (а), встречаемость мидии Грея и модиолуса курильского по типам грунта (б), встречаемость моновидовых и смешанных друз на разных типах грунта (в)

Виды встречались как по отдельности, так и смешанными друзами, которые были отмечены на 8,9% станций на твердых грунтах и 9,2% – на мягких (рис. 2, в). Образование смешанных друз связано с тем, что мидия Грея и модиолус курильский могут занимать несвойственные им биотопы путем оседания личинок в друзы другого вида, которое происходит ежегодно [8, 9]. Как правило, в смешанных друзах, образованных на твердых грунтах, сохраняется структура друз мидии, а на мягких – модиолуса. Самые устойчивые агрегации формируются в основном на твердых грунтах и состоят из средних и крупных друз с более плотной пространственной структурой, что обеспечивает эффективный механизм оседания личинок [9–13].

При формировании друз на мягких субстратах их основой чаще всего являются раковины модиолусов, между которыми вклиниваются отдельные особи мидии Грея. Нижняя часть друз обычно погружена в грунт. Условия оседания молоди затруднены большой засоренностью биссусов взрослых моллюсков заиленным песком, поэтому личинок оседает меньше, чем на твердых грунтах. Однако в благоприятных условиях меньшей гидродинамической нагрузки моллюски могут образовывать обширные поселения со значительной биомассой [2, 14].

Средняя суммарная удельная биомасса мидии и модиолуса, составляющих моновидовые или смешанные друзы, в поселениях зал. Посьета составила  $598,8 \pm 56,3$  г/м<sup>2</sup>, из них 72,5% приходится на мидию Грея, 27,5% – на модиолус. Если рассматривать отдельно поселения твердых и мягких грунтов, то ситуация меняется. Этот показатель на твердых грунтах составляет  $749,8 \pm 88,2$  г/м<sup>2</sup> (86,4% приходится на мидию Грея и 13,6% – на модиолус курильский), на мягких грунтах –  $431,7 \pm 68,5$  г/м<sup>2</sup> (58,7% мидия Грея и 41,3% – модиолус курильский).

Смешанные друзы в зал. Посьета обнаружены преимущественно на мягких грунтах (рис. 2, в). Однако более высокая средняя суммарная удельная биомасса мидии и модиолуса отмечена на твердых грунтах –  $778,0 \pm 195,7$  г/м<sup>2</sup> (76,1% составляет мидия Грея), составляя на мягких грунтах  $525,0 \pm 99,3$  г/м<sup>2</sup> (мидия Грея – 57,3%). Такая же закономерность была выявлена в зал. Восток (Японское море), где смешанные друзы были обнаружены как в типичных поселениях модиолусов на мягком грунте на глубинах 2–12 м, так и на тех же глубинах на твердом грунте [9].

Процентное соотношение мидии Грея и модиолуса курильского по отдельным участкам зал. Посьета, как и соотношение на них твердых и мягких грунтов различно (рис. 1, 3).

На илисто-песчаных грунтах вдоль косы Назимова эти виды не отмечены. В районе бух. Пемзоя – м. Сулова, где твердые грунты занимают 95% площади, поселение на 99% со-

стоит из мидии Грея. В районах с преобладанием твердых грунтов более 50% всей площади (бухты Рейд Паллада, Клыккова, Гаккеля, Молот, Алеут, Витязь и их мысовые участки) доля мидии Грея в поселениях составляет 56–89%. В бухтах Экспедиции, Новгородская и Троицы преобладают мягкие грунты. Наиболее высока доля мидии Грея в бух. Троицы (72%). В бухтах Новгородская и Экспедиции отмечено незначительное преобладание модиолуса курильского: доля мидии Грея составляет, соответственно, 44 и 48%.

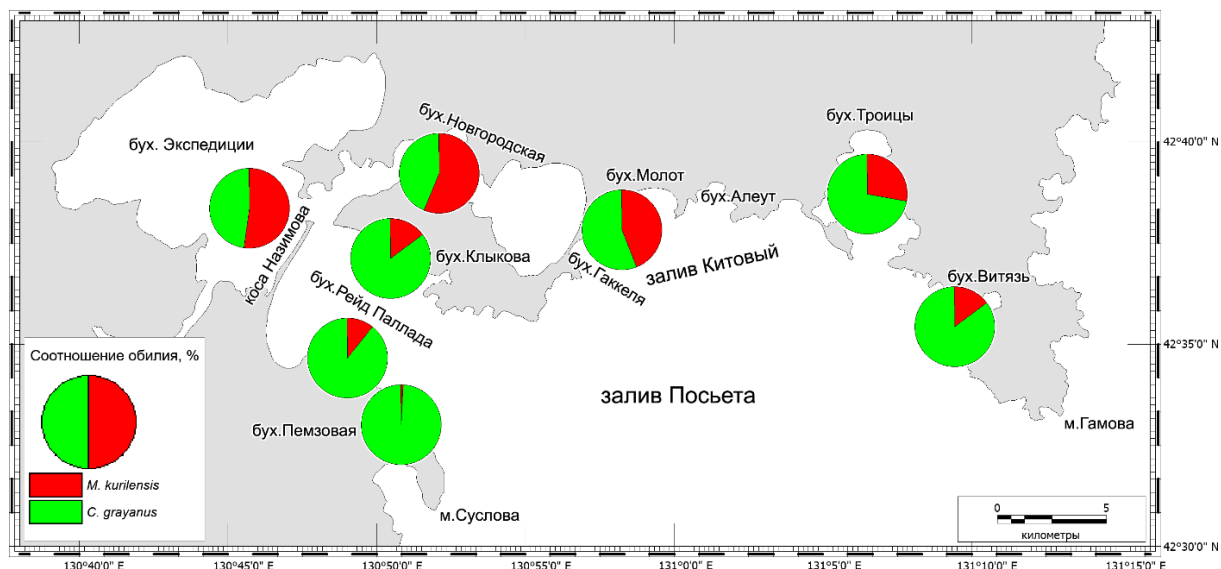


Рис. 3. Соотношение обилия мидии Грея и модиолуса курильского на отдельных участках зал. Посыета

Рассмотрим вертикальное распределение моллюсков. В зал. Посыета на твердых грунтах преобладание мидии отмечено на глубинах 10–15 м, модиолуса – на 5–10 м, причем на этих глубинах средняя удельная биомасса обоих видов имеет сходное значение (рис. 4, а). Это связано с тем, что на небольшой глубине, даже при наличии благоприятного субстрата, развитие поселений ограничивается активной гидродинамикой, характерной для открытого морского побережья. Частые штормы приводят к повреждению раковин. На глубинах 6–20 м сезонные и неперiodические изменения факторов среды менее значительны, чем на мелководье [15]. С понижением глубины отмечено уменьшение плотностей поселений *C. grayanus* и *M. kurilensis*, удельная биомасса которого на глубинах 10–20 м не превышает 36 г/м<sup>2</sup>.

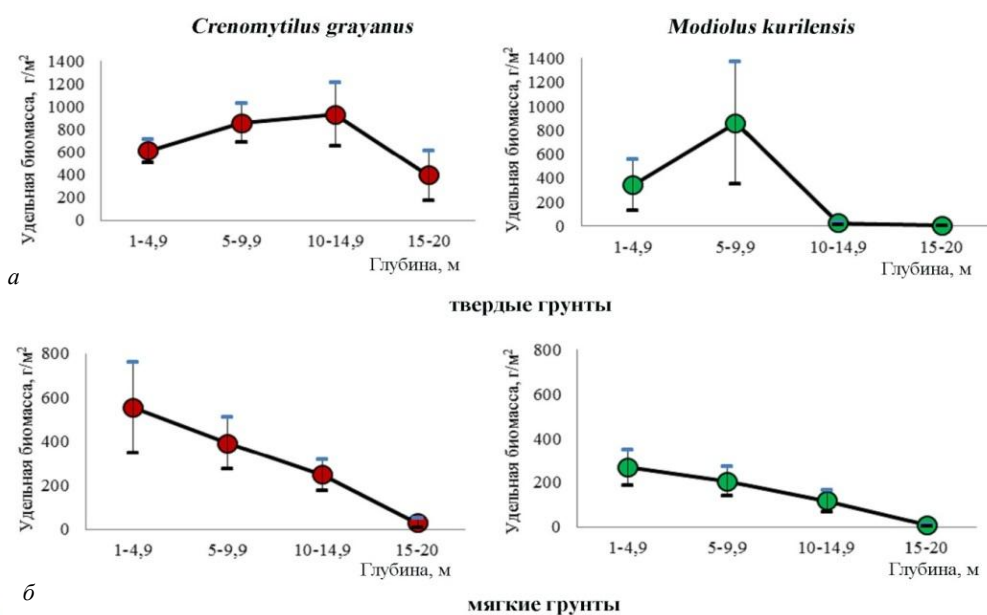


Рис. 4. Вертикальное распределение удельной биомассы моллюсков на разных типах грунта

На мягких грунтах, которые обычны для защищенных бухт, мидия и модиолус преобладают на глубинах до 10 м (рис. 4, б). При этом удельная биомасса мидии Грея превышает таковую для модиолуса курильского примерно в два раза. При снижении глубины показатели удельной биомассы снижаются и на 15–20 м не превышают 50 г/м<sup>2</sup> для мидии и 10 г/м<sup>2</sup> для модиолуса.

### Заключение

В зал. Посьета прослеживается зависимость распределения *C. grayanus* и *M. kurilensis* от типа грунта и глубины обитания. Средняя удельная биомасса мидии Грея и модиолуса курильского, образующих моновидовые или смешанные друзы на всех типах грунта, составляет около 600 г/м<sup>2</sup>, мидия формирует 72,5% биомассы.

На твердых грунтах средняя удельная биомасса *C. grayanus* и *M. kurilensis* – 750 г/м<sup>2</sup> (86,4% – мидия Грея), на мягких грунтах – 432 г/м<sup>2</sup> (58,7% – мидия Грея). Смешанные друзы обнаружены преимущественно на мягких грунтах.

Наибольшие значения удельной биомассы *C. grayanus* отмечены на глубинах 5–15 м, а *M. kurilensis* на 5–10 м на участках дна со скалистыми обнажениями, каменистыми, галечно-валунными и смешанными грунтами. На мягких грунтах высокие значения удельной биомассы мидии Грея и модиолуса отмечены на глубинах до 10 м.

### Литература

1. Разин А.И. Морские промысловые моллюски южного Приморья. – М.-Хабаровск: ОГИЗ-ДАЛЬГИЗ, 1934. – 110 с.
2. Состав, структура и распределение донных биоценозов в прибрежных водах залива Посьет (Японское море) / О.А. Скарлато, А.Н. Голиков, С.В. Василенко, Н.Л. Цветкова, Е.Н. Грузов, К.Н. Несис. – Исслед. фауны морей. – Л.: Наука, 1967. – Т. 5 (13). – С. 5–61.
3. Бирюлина М.Г. Современные запасы мидии в заливе Петра Великого // Вопросы гидробиологии некоторых районов Тихого океана. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1972. – С. 11–21.
4. Селин Н.И., Вехова Е.Е. Морфология двустворчатых моллюсков *Crenomytilus grayanus* и *Mytilus coruscus* в связи с особенностями их пространственного распределения в верхней сублиторали // Биология моря. – 2002. – Т. 28, № 3. – С. 228–232.
5. Селин Н.И., Вехова Е.Е. Динамика образования биссусных нитей у *Crenomytilus grayanus* и *Modiolus modiolus* (Bivalvia) при повторном прикреплении к субстрату // Биология моря. – 2004. – Т. 30, № 6. – С. 476–478.
6. Вехова Е.Е. Функциональная морфология и физиология трех видов митилид (Bivalvia) в связи с особенностями их пространственного распределения: Автореф. дис. ... канд.биол. наук. – Владивосток, 2007. – 23 с.
7. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне / Е.И. Блинова, О.Ю. Вилкова, Д.М. Милютин, О.А. Пронина. – М.: ВНИРО, 2003. – 80 с.
8. Селин Н.И. Строение друз мидии Граяна на заиленных грунтах // Всесоюз. конф. по использованию пром. беспозвоночных на пищевые, кормовые и технические цели: Тез. докл. – Одесса, 1977. – С. 83–84.
9. Кутищев А.А., Гоголев А.Ю. Взаимодействие видов мидии Грея и модиолуса диффицилиса в различных экологических условиях // Биология мидии Грея. – М.: Наука, 1983. – С. 115–118.
10. Вигман Е.П. О роли возрастной структуры в поддержании устойчивости друз мидии *Crenomytilus grayanus* (Dunker) // Докл. АН СССР. – 1977. – Т. 234, № 5. – 1222–1225.
11. Вигман Е.П. Структура друз мидии Грея // Биология мидии Грея. – М.: Наука, 1983. – С. 88–108.
12. Селин Н.И. Размерно-возрастная структура поселений мидии Грея на разных грунтах в заливе Посьета Японского моря // Биология моря. – 1980. – № 1. – С. 56–62.
13. Гаврилова Г.С., Жембровский С.Ю. Современное распределение мидии гигантской *Crenomytilus grayanus* (Dunker) в заливе Петра Великого // Известия ТИНРО. – 2000. – Т. 127. – С. 342–350.
14. Селин Н.И., Вехова Е.Е. Морфологические адаптации мидии *Crenomytilus grayanus* (Bivalvia) к прикрепленному образу жизни // Биология моря. – 2003. – Т. 29, № 4. – С. 262–267.
15. Селин Н.И. Структура поселений и рост мидии Грея в сублиторали Японского моря // Биология моря. – 1991. – № 2. – С. 55–63.

УДК 593.95:639.3.043

**М.Л. Старцева, А.В. Савенко, И.В. Ткачева**

*Донской государственный технический университет,  
Ростов-на-Дону, 34400  
e-mail: mstar847@mail.ru*

**ВЛИЯНИЕ КОРМОВ НА ВКУСОВЫЕ КАЧЕСТВА ГОНАД МОРСКИХ СЕРЫХ ЕЖЕЙ  
*STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS* (AGASSIZ, 1863)**

В статье дано описание особенностей питания морского серого ежа. Установлено, что вкусовые качества гонад иглокожего определяют свободные аминокислоты – глицин и аланин, придающие сладкий вкус, и валин – горький. При кормлении ежей рыбой или комбикормами с содержанием рыбных продуктов прирост гонад существенно увеличивается, но при этом вкусовые качества снижаются, а сам продукт приобретает темный цвет. При кормлении ламинарией гонады имеют приятный, сладковатый привкус, цвет желтовато-оранжевый или лимонный, эти показатели указывают на ее хорошие товарные качества.

**Ключевые слова:** морской серый еж, гонады, глицин, аланин, валин, ламинария, комбикорм.

**M.L. Startseva, A.V. Savenko, I.V. Tkacheva**

*Don State Technical University,  
Rostov-on-Don, 34400  
e-mail: mstar847@mail.ru*

**INFLUENCE OF FEED ON THE TASTE OF GONADS OF GREY SEA URCHINS  
*STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS* (AGASSIZ, 1863)**

This article describes the feeding habits of grey sea urchins. It is established that free amino acids determine the taste of the gonads, glycine and alanine give a sweet taste, valine gives a bitter. When feeding sea urchins with fish or mixed fodder with fish products, the growth of gonads increases significantly, but the taste quality decreases and the color is dark. When feeding with luminaries the gonads have a pleasant, sweet taste, the color is yellowish-orange or lemon, these indicators show its good quality.

**Key words:** grey sea urchin, gonads, glycine, alanine, valine, luminaries, mixed fodder.

Гонады морских ежей, обозначаемые коммерческим понятием как «икра» – это один из самых полезных продуктов. В ней содержится 17–20% быстро и легко усвояемых белков, полиненасыщенные жирные кислоты Омега-3, Омега-6, глютаминовые кислоты, треонины, каратиноиды, фосфолипиды и лецитин. Она богата витаминами: А, D, E, С, РР, В и микроэлементами: медью, йодом, магнием, калием, железом. Благодаря такому биохимическому составу икра морского ежа рекомендуется для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы и щитовидной железы, оказывает сильное антиоксидантное воздействие, замедляет процессы старения человеческого организма.

При интенсивном выращивании морских серых ежей половозрелость наступает в течение одного года после оседания, в естественных условиях в основном на втором году жизни, при диаметре панциря 40–45 мм. В Японском море увеличение массовой доли гонад наблюдается в преднерестовый период в конце лета.

Эффективность промысла морских серых ежей и товарные качества икры зависят от состояния кормовой базы и особенностей их питания.

В естественных условиях пища морских серых ежей очень разнообразна. Так, по данным Т.Н. Крупновой и В.А. Павлючкова, 2000 г., представленных в таблице, у берегов Приморья в весенний (апрель-май) и осенний (сентябрь-октябрь) периоды в пищевых комках морских ежей

были обнаружены водоросли, высшие растения, детрит и животные. Весной рацион ежа состоял из ламинарии (на всех стадиях развития), костарии, ульвы, боссиеллы, корковых водорослей, филлоспадикса и детрита. Осенью – костария и ульва отсутствовали (ввиду окончания жизненного цикла и разрушения слоевища), но появились монострома и десмарестия [1].

Таблица

Список кормовых компонентов морского серого ежа в водах Приморья

№	Периоды	
	Весенний	Осенний
1	Ламинария второгодняя	Ламинария второгодняя
2	Ламинария первогодняя	Ламинария первогодняя
3	Проростки ламинарии (1–3 мм)	Выбросы ламинарии
4	Выбросы ламинарии	Филлоспадикс
5	Корковые водоросли	Корковые водоросли
6	Боссиелла	Боссиелла
7	Филлоспадикс	Детрит
8	Детрит	Десмарестия
9	Костария	Монострома
10	Ульва	

Помимо растительности в пищевых комках обнаружены кусочки рыб, медуз, осьминогов, асцидий и других животных (у 180 экземпляров), мелкие брюхоногие моллюски (у 5 экземпляров). Таким образом, выявлено, что морские ежи больше предпочитают растительную пищу.

По многочисленным литературным данным ламинария является основным компонентом питания морских ежей, способствующая увеличению гонад, повышению плодовитости и улучшению вкусовых качеств. Приведены примеры, когда морских ежей с истощенными гонадами переносили на ламинариевые плантации и через 3–4 месяца гонады увеличивались на 15–20%.

Выявлено, что вкусовые качества гонад ежей определяют свободные аминокислоты, причем глицин и аланин дают сладкий вкус, а валин – горький. При кормлении ежей ламинарией относительное значение глицина и глутамината к содержанию валина в гонадах всегда выше и вкус таких гонад сладкий, а цвет икры при этом ярко-желтый или лимонный, что является одним из главных визуальных показателей ее хороших товарных качеств.

При интенсивном выращивании морских ежей и кормлении их рыбой гонады хорошо развиваются, но имеют горький вкус и неприятный коричневый цвет, это обусловлено значительным преобладанием в их составе валина.

При культивировании морских ежей с целью увеличения гонад и снижения количества дней для доразрастания икры используют искусственные корма, в состав которых входят: источник белка (8–29%) – рыбный корм или рыбный (креветочный) фарш, иногда соевые бобы, альбумин, дрожжи – и источник углеводов (до 58%) – бурые водоросли, кормовое зерно. Хотя гонады увеличиваются в размере до 20%, применять их следует не более двух месяцев, затем переводить ежей на кормление ламинарией. Объем гонад остается прежним, а цвет и вкусовые качества улучшаются. Для этого фермеры создают специальные ламинариевые плантации или пересаживают их в естественные заросли ламинарии [2].

### Литература

1. Крупнова Т.Н., Павлючкова В.А. Питание серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) в северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. – 2000. – Т. 127. – С. 372–381.
2. Способ производства корма и корм для морских ежей: Пат. 2259062 Рос. Федерация: МПК А23К1/10, А23К1/18 / М.Ю. Двинин; заявитель и патентообладатель ФГУП Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО). – 2003125492/13; заявл.18.08.2003; опубл. 27.08.2005.

УДК 502.52(470.26)"2015"

**Н.А. Цупикова, О.С. Бугранова**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru*

**ВЛИЯНИЕ САМООЧИЩЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В СИСТЕМЕ ПРУДОВ  
ВЕРХНИЙ – НИЖНИЙ (г. КАЛИНИНГРАД) ЛЕТОМ 2015 г.**

В представленной работе описываются результаты экологического мониторинга, проводившегося в июне-августе 2015 г. на каскаде прудов Верхний – Нижний. Основной целью исследования является изучение качества воды этих прудов и естественного самоочищения для дальнейшего выявления и предупреждения возможных неблагоприятных последствий активной антропогенной нагрузки. В работе анализировались следующие гидрохимические показатели: растворенный кислород, перманганатная окисляемость и биогенные вещества. Полученные результаты сопоставлены с данными альгологического исследования, проводившегося одновременно в рамках мониторинга прудов (численность и биомасса фитопланктона, виды-индикаторы, сапробность среды).

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, гидрохимические характеристики, фитопланктон, трофность, самоочищение, качество воды.

**N.A. Tsoupikova, O.S. Bugranova**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru*

**EFFECT OF NATURAL PURIFICATION UPON WATER QUALITY  
IN THE VERKHNY – NIZHNY POND SYSTEM (KALININGRAD)  
IN SUMMER 2015**

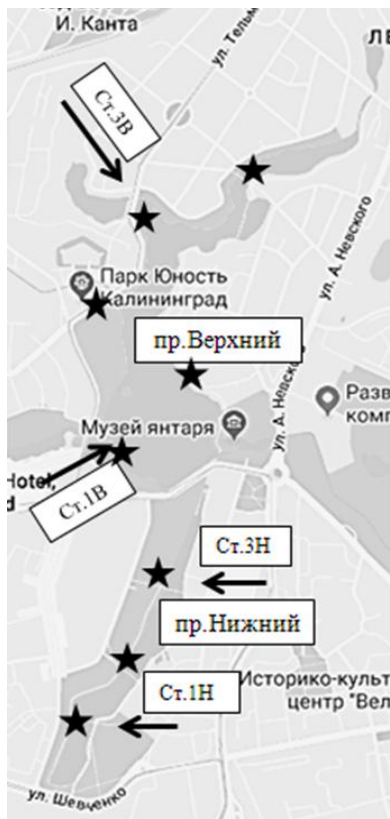
The presented paper describes the results of environmental monitoring conducted within June-August 2015 at the cascade of the Verkhny-Nizhny ponds. The main purpose was to study the water quality and processes of natural purification in these ponds for further detection and prevention of possible adverse effects of an anthropogenic load. The following hydrochemical indices were analyzed: dissolved oxygen, permanganate value and nutrients. The obtained results were compared to the data of the algological study carried out at the same period (abundance and biomass of phytoplankton, species-indicators of saprobity).

**Key words:** environmental monitoring, hydrochemical characteristics, phytoplankton, trophicity, natural purification, water quality.

Каскад прудов Верхний – Нижний, расположенный в центральной части г. Калининграда, играет важную роль для создания комфортной городской среды, устойчивого городского развития; он формирует специфические черты парковой архитектуры, выполняет ландшафтообразующую, дренажно-осушительную и рекреационную функции.

Являясь элементами единой гидрологической системы, оба пруда служат приемником дождевых и талых снеговых вод с обширной городской территории (водосборный бассейн данной системы прудов занимает около 1/10 площади всего города и составляет 23,4 км<sup>2</sup>). Построенные в XIII в. на малой реке Лёбе, эти русловые проточные водоемы пополняются водами реки Голубой, ручьев Северного, Молодежного и Ботанического, впадающих в Верхний пруд в северной и западной частях. Из пр. Верхнего вытекают ручьи Парковый и Литовский (впадающие далее в р. Преголю), а основная масса вод через дюкер поступает в пр. Нижний, из которого через подземный водовод вода сбрасывается в р. Преголю – центральную водную артерию города, водоток высшей рыбохозяйственной категории.

В пр. Верхнем на пяти станциях и в пр. Нижнем на трех станциях с мая 2015 г. ведется ежемесячный экологический мониторинг (рис. 1): отбираются пробы воды на гидрохимический анализ и пробы на изучение фитопланктона. Обработка проб проводилась в лабораториях КГТУ по стандартным гидрохимическим и гидробиологическим методикам [1, 2]. Для целей настоящей работы анализировались данные, полученные со ст. 3В (позволяет выявить влияние ручьев на состояние принимающего их воды пруда), ст. 1В и 3Н (изучить результаты самоочищения вод в процессе прохождения ими частей прудов с меньшим уровнем антропогенного воздействия), ст. 1Н (оценить экологическое состояние прудовых вод перед их впадением в р. Преголю). Приводимые ниже графики и диаграммы осреднены отдельно для каждой станции за рассматриваемый сезон (лето 2015 г.).



★ - стандартные станции мониторинга

Рис. 1. Карта-схема каскада прудов Верхний – Нижний

Проточность системы прудов во многом определяет характер водообмена в них, влияет на формирование качества воды и его способности к самоочищению. Загрязнение вод ручьев, замусоривание их берегов и русел, сброс стоков (в т. ч. числе содержащих нефтепродукты) через несанкционированные выпуски приводит к ухудшению экологического состояния пр. Верхнего. Работы по ликвидации поступления загрязненных сточных вод в ручьи ведутся постоянно, многие выпуски тампонируются, переключены на локальные очистные или на общегородскую канализацию, берутся под контроль. В проточных Верхнем и Нижнем прудах внесенные в них загрязненные воды вместе с разбавляющей их водой самих водоемов медленно продвигаются вдоль главной оси прудов. При этом происходит их постепенное самоочищение. Данные многолетних наблюдений показали, что воды пр. Верхнего, по сравнению с пр. Нижним, более загрязнены, что объясняется негативным влиянием питающих ручьев [3].

Анализ средних за летний сезон 2015 г. показателей основных гидрохимических характеристик исследуемых прудов позволяет сказать, что вдоль главной оси проточности этих водоемов в целом наблюдалось улучшение общего качества вод. Класс сапробности [4] менялся от  $\alpha$ -мезосапробного в северной части пр. Верхнего до олигосапробного в северной части пр. Нижнего (см. таблицу), качество вод от загрязненных до слабо загрязненных соответственно. Однако в южной части пр. Нижнего качество вод по большинству рассматриваемых гидрохимических показателей вновь снижалось, что может быть связано с дополнительным негативным воздействием ряда факторов: вторичного загрязнения, вызываемого при взмучивании накопленных на дне загрязненных донных отложений; влияния летнего кафе, расположенного прямо у уреза воды; поступления стока дождевых вод с прилегающих крупных городских магистралей, расположенных на несколько метров выше уровня пруда.

Кислородные условия в течение лета характеризовались легким перенасыщением (101–117%), хотя в жаркую безветренную погоду отмечался дефицит кислорода (85% на ст. 1Н в августе). В целом концентрация кислорода в рассматриваемый период не опускалась ниже 6 мг/л (рис. 2). Перманганатная окисляемость в соответствии с классификацией О.А. Алекина – от средней до слегка повышенной (рис. 2), в то же время выраженный правильный ход отсутствует, значения изменяются резко, скачкообразно, особенно на ст. 3В.

Концентрации всех исследованных биогенных элементов летом 2015 г. в целом за сезон весьма высоки (рис. 3), их значения на всех станциях существенно превышали нормативы для рыбохозяйственных водоемов (кроме нитритов на ст. 3Н и 1Н). В пр. Верхнем нитритов заметно (в десятки раз!) больше, что указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления нитритов в нитраты и свидетельствует о загрязнении водного объекта. Среднее за лето содержание аммонийного азота и фосфатов по большей части не слишком велики, они несколько превышали рыбохозяйственную ПДК, но в отдельные месяцы достигали высоких значений, особенно на ст. 3В (более 0,72 мг/л аммоний-иона в июле) и 1Н (около 0,49 мг/л фосфатов в ав-



густе). Общее железо обнаружено в количествах, превышающих нормативные в 3-4 и более раз (максимум – 0,77 мгFe/л на ст. 3В в июле). Перенасыщенность питательными веществами является тревожным показателем для экологического состояния проточных водоемов.

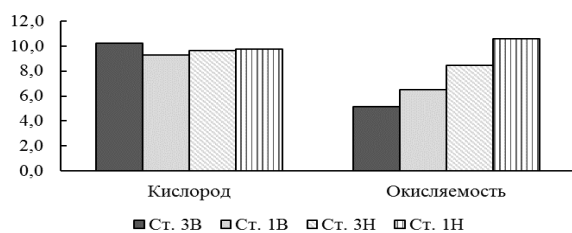


Рис. 2. Растворенный кислород и перманганатная окисляемость, мг/л

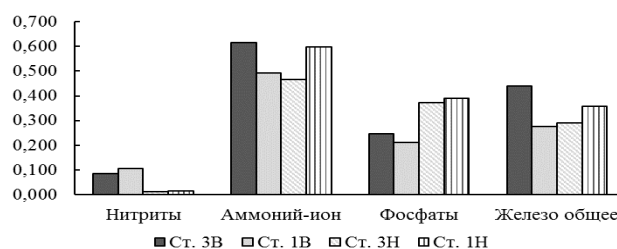


Рис. 3. Биогенные вещества, мг/л

Показатели экологического состояния прудов, полученные на основании гидрохимического мониторинга, частично подтверждаются данными альгологического исследования.

По результатам наблюдений летом 2015 г. альгофлора каскада прудов характеризовалась преобладанием по численности цианопрокариот (от 58% на ст. 1В до 84% на ст. 1Н) (рис. 4) и зеленых водорослей (от 12% на ст. 1Н до 40% на ст. 1В). Согласно процентному содержанию численности цианопрокариот по типу трофии [4] воды каскада прудов в целом относились к мезотрофным, кроме ст. 1Н, на которой воды занимали пограничное положение между мезотрофными и эвтрофными, а по величине процентного содержания численности зеленых водорослей принадлежали к эвтрофным.

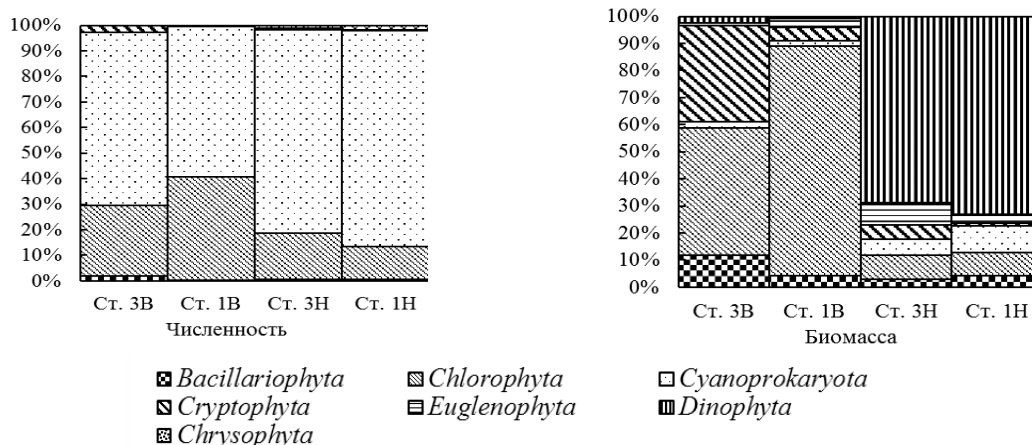


Рис. 4. Соотношение разных отделов водорослей по численности и биомассе по станциям

Основу биомассы на станциях пр. Верхнего составили клетки зеленых водорослей (до 85% на ст. 1В), на станциях пр. Нижнего – крупноклеточные динофитовые водоросли (до 73% на ст. 1Н), а также большой вклад внесли криптофитовые водоросли (35% на ст. 3В) (рис. 4).

Количественное развитие фитопланктона каскада прудов Верхний – Нижний оказалось достаточно сильным, на всех станциях мониторинга значения численности и биомассы фитопланктона достигали характерного уровня водоемов эвтрофного типа, а по значениям биомассы на ст. 3В, 3Н и 1Н – высокоэвтрофного типа (см. табл., рис. 5).

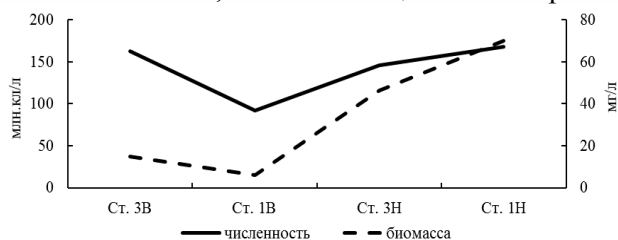


Рис. 5. Распределение численности и биомассы фитопланктона по станциям

Величина численности значительно менялась по станциям: на ст. 3В и 1Н она была примерно одинаковой (около 165 млн кл/л), на ст. 3Н около 146 млн кл/л и значительно ниже на ст. 1В – 92 млн кл/л. Величина биомассы также варьировала от значений около 15 мг/л на ст. 3В, на ст. 1В значения биомассы резко падали до 6 мг/л, и далее наблюдался подъем значений до 46 мг/л на ст. 3Н и 70 мг/л на ст. 1Н (такой резкий скачок связан с развитием крупноклеточных динофитовых водорослей р. *Glenodinium* и *Gymnodinium*).

Исходя из распределения величины биомассы водорослей по станциям степень цветения везде, кроме ст. 1В, была интенсивной. По индексу трофности [4] воды станции пр. Верхнего эвтрофные, пр. Нижнего – гипертрофные.

На каждой станции мониторинга из выявленных видов водорослей 30–40% – виды-индикаторы степени сапробности. Согласно значению индекса сапробности, вычисленного методом Пантле и Букка в модификации Сладечека [7], воды каскада прудов относились к категории «умеренно загрязненные» (β-мезосапробный класс) (табл.).

Таблица

Оценка качества воды в системе прудов Верхний – Нижний летом 2015 г. [4]

Критерий	Станции мониторинга			
	Верхний		Нижний	
	Ст. 3В	Ст. 1В	Ст. 3Н	Ст. 1Н
Трофический статус (по средней биомассе фитопланктона)	Высокоэвтрофный	Эвтрофный	Высокоэвтрофный	Высокоэвтрофный
Степень «цветения» воды	Интенсивная	Умеренная	Интенсивная	Интенсивная
Индекс трофности ИТ	Эвтрофный	Эвтрофный	Гипертрофный	Гипертрофный
Зона сапробности	β-мезосапробная	β-мезосапробная	β-мезосапробная	β-мезосапробная
Класс сапробности по основным гидрохимическим показателям	α-мезосапробные	β-мезосапробные	Олигосапробные	β-мезосапробные
Класс качества воды	Загрязненные воды	Умеренно загрязненные воды	Слабо загрязненные воды	Умеренно загрязненные воды

Экосистемы проточных водоемов, даже при условии замедленного водообмена, значительно отличаются от экосистем бессточных или глухих водоемов, что вызвано постоянным обновлением воды и относительной открытостью этих аквальных комплексов, заключающейся в существенно большем объеме контактов с наземными экосистемами.

Таким образом, пр. Верхний играет роль своеобразного «отстойника» и накопителя загрязненных стоков (в том числе в виде илистых осадков на дне), поступающих со всей поверхности водосбора. На протяжении водоема, от места поступления с впадающими ручьями, загрязненные воды проходят процесс самоочищения и уже с лучшим качеством питают пр. Нижний. Следовательно, несколько лучшее экологическое состояние пр. Нижнего по гидрохимическим показателям обусловлено отсутствием впадающих в него загрязненных притоков, однако в его южной части вновь наблюдается снижение качества вод до β-мезосапробных, умеренно загрязненных. По показателям фитопланктона в средней воды прудов на всех станциях были умеренно эвтрофированы на уровне мезотрофных, в то же время по средней биомассе за сезон и степени цветения воды на ст. 3В (пр. Верхний) и ст. 3Н и 1Н (пр. Нижний) они отнесены к высокоэвтрофным.

### Литература

1. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
2. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. Абакумова В.А. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 318 с.
3. Динамика гидрохимических условий системы прудов Верхний-Нижний по материалам летних наблюдений в 1983–2016 гг. / Н.А. Цупикова, Т.А. Берникова, Е.Н. Блоцкая, Е.А. Рябцева // V Балтийский морской форум. Всерос. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»: Труды. – Калининград: ФГБОУ ВО «Калининград. гос. техн. ун-т», 2017. – С. 219–224.
4. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – С. 51–62.
5. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. – Л.: Наука, 1990. – 183 с.
6. Дмитриев В.В. Оценка экологического состояния водных объектов суши // Экология. Безопасность. Жизнь. Экологический опыт гражданских, общественных инициатив. – Гатчина, 1999. – С. 200–217.
7. Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биологического анализа вод. – М.: СЭВ, 1975. – Ч. 3. – 176 с.

УДК 664. 951

**Е.С. Чупикова, Т.А. Саяпина, А.Ю. Антосюк**

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

### **МОНИТОРИНГ ВЫХОДА ИКРЫ-СЫРЦА МИНТАЯ ОХОТСКОГО МОРЯ СЕЗОНА «А»**

Охотоморский минтай, несмотря на значительную межгодовую изменчивость его ресурсов, на протяжении длительного времени удерживает первенство по объемам ежегодного вылова. В условиях интенсивной эксплуатации минтая особую значимость приобретает комплексный подход к его использованию, разработка научно-обоснованных норм отходов, потерь, выхода готовой продукции и расхода сырья, используемых при учете вылова гидробионтов. Исследования по установлению выхода икры проводились и ранее, а сейчас в свете рациональной эксплуатации и сохранения численности популяции минтая, приобретают особую актуальность.

**Ключевые слова:** Охотское море, минтай, выход икры, мониторинг, район вылова, Правила рыболовства.

**E.S. Chupikova, T.A. Sayapina, A.Y. Antosyuk**

*Pacific Fisheries Research Center,  
Vladivostok, 690091  
e-mail: elena.chupikova@tinro-center.ru*

### **MONITORING OF RELEASING POLLOCK ROE IN THE SEA OF OKHOTSK OF SEASON «A»**

Okhotsk pollock, despite considerable interannual variability in its resources, for a long time keeps the primacy by the annual catch. In conditions of heavy fishing of pollock the development of science-based norms of waste, losses, output of finished products and consumption of raw materials used in accounting for catch of hydrobionts are especially critical. Researches to establish releasing roe have already been conducted and now in the light of rational exploitation and conservation of pollock population, they are of particular relevance.

**Key words:** Sea of Okhotsk, pollock, releasing roe, monitoring, catch area, fishing Rules.

Промысел минтая в Охотском море имеет четко выраженный сезонный характер. Он связан с особенностями биологии минтая, его распределением по акватории Охотского моря в течение года, промысловой обстановкой. В 2009 г. в регулировании промысла охотоморского минтая произошли существенные изменения, направленные на совершенствование и рационализацию его использования. Для снижения промысловой нагрузки на ресурсы минтая в преднерестовый и нерестовый периоды, как наиболее ответственные и уязвимые в ежегодном биологическом цикле, часть годового ОДУ было решено осваивать в осенние месяцы: в Северо-Охотоморской подзоне с 16 октября; в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах со 2 ноября. Этот период получил название «сезон Б». Традиционный период промысла минтая, начинающийся в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах с 1 января до 1 апреля, в Северо-Охотоморской – с 1 января до 10 апреля получил название «сезона А» [1].

В зависимости от сезона вылова добывают икройной и неикряной минтай, из которого рыбоперерабатывающие предприятия Дальнего Востока выпускают в основном мороженую продукцию, среди которой особое место принадлежит икре.

Принимая во внимание высокую рентабельность промысла за счет выпуска икры, предприятия отдают наибольшее предпочтение сезону «А». В зимне-весенний сезон объемы вылова

минтая многократно выше, чем в осенне-зимний период: в Северо-Охотморской подзоне вылов составляет около 94,0% от общегодового вылова в этой подзоне, в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах осваивают, соответственно, в среднем 99,0% и 97% от общегодового вылова минтая [2]. Это связано с физиологическим состоянием особей. В осеннее – зимний период гонады минтая незрелые, превалируют яичники II, II – III стадий зрелости, в зимне-весенний сезон стадии зрелости яичников позволяют производить икру наивысшего качества и с наибольшим выходом.

Правилами рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна установлены нормы выхода икры-сырца минтая при всех видах производства рыбной и иной продукции в Западно-Камчатской, Камчатско-Курильской и Северо-Охотморской подзонах: выход икры-сырца за полный календарный месяц не должен превышать: в ноябре – 1,0 процент, в декабре – 2,0 процента, в январе – 2,7 процента, в феврале – 4,0 процента, в марте – 5,0 процентов, в апреле – 7,0 процентов [3].

В свете сохранения и рациональной эксплуатации популяции минтая, оценки искажения фактических данных по выходу икры и уточнения действующих в Правилах рыболовства норм исследования по выходу гонад самок минтая Охотского моря приобрели в последние годы особую актуальность [4– 6]. В связи с этим цель исследований состояла в мониторинге выхода икры-сырца минтая Охотского моря по периодам и районам вылова в путину 2017 г. сезона «А».

Объектам исследования служил минтай *Theragra chalcogramma*, добытый в разных районах промысловой зоны Охотское море. Выпуск продукции и вылов минтая рыбопромысловыми предприятиями определяли по данным отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью судов рыбопромыслового флота. При определении фактического выхода икры-сырца минтая руководствовались Временным методическим руководством по определению фактического выхода икры минтая [7].

В результате мониторинга установлено, что за период вылова минтая сезона «А» в 2017 г. выпуск икры был самым большим в Северо-Охотморской подзоне и составил 45,0% от общего выпуска икры по Охотскому морю, превысив на 15,6% выпуск икры в Камчатско-Курильской и на 21,1% в Западно-Камчатской подзонах (рис. 1). Вылов минтая, направленного на выпуск икорной продукции, также был максимальным в Северо-Охотморской подзоне; на втором месте по вылову стоит Камчатско-Курильская подзона, на третьем – Западно-Камчатская подзона. Наименьший вылов минтая, из которого была выпущена икра, приходится на Восточно-Сахалинскую подзону (рис. 2).

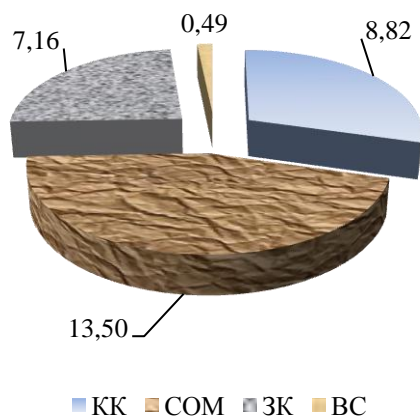


Рис. 1. Выпуск икры минтая Охотского моря (в тыс. т) отдельно по подзонам с 1 января по 10 апреля 2017 г.

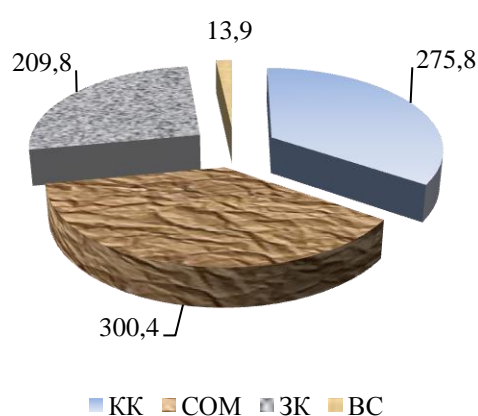


Рис. 2. Вылов минтая Охотского моря, из которого выпустили икру (в тыс. т) отдельно по подзонам с 1 января по 10 апреля 2017 г.

Сводные данные по выходу икры-сырца минтая Охотского моря в процентах от общей массы рыбы-сырца, поступившей на разделку, без рассортировки на самок и самцов подекадно, ежемесячно и за весь период вылова отдельно по подзонам в январе – апреле путины 2017 г. приведены в таблице.

Данные по выходу икры-сырца минтая Охотского моря (% от общей массы\*) подекадно, ежемесячно и за весь период вылова отдельно по подзонам в январе – апреле 2017 г. (сезон А)

Период вылова	Выход икры-сырца минтая, в % от общей массы рыбы-сырца*					
	Камчатско-Курильская подзона	Северо-Охотоморская подзона	Западно-Камчатская подзона	Нормативная величина (приказ № 385 от 21.10.2013 г.)	Восточно-Сахалинская подзона	Охотское море
01.01–10.01	1,9	1,9	1,6	–	–	1,8
11.01–20.01	2,3	2,4	2,3	–	–	2,3
21.01–31.01	2,7	2,3	2,5	–	–	2,7
01.02–10.02	3,5	3,7	3,0	–	–	3,3
11.02–19.02	3,6	3,6	2,6	–	–	3,3
20.02–29.02	3,9	3,5	2,5	–	2,8	3,4
01.03–10.03	4,9	4,7	3,6	–	4,3	4,5
11.03–20.03	4,2	4,9	3,9	–	4,7	4,6
21.03–31.03	4,5	4,7	4,4	–	4,9	4,5
01.04–10.04	–	5,1	–	–	3,4	4,8
Январь	2,5	2,1	2,3	не более 2,7	–	2,4
Февраль	3,6	3,6	2,8	не более 4,0	2,8	3,3
Март	4,5	4,8	4,1	не более 5,0	4,7	4,5
Апрель	–	5,1	–	не более 7,0	3,4	4,8
Весь период вылова	3,2	4,5	3,4	–	3,6	3,7

\* От общей массы промытой рыбы-сырца, поступившей на разделку, без рассортировки на самок и самцов.

Сравнительный анализ по выходу икры в процентах от общей массы рыбы-сырца, поступившей на разделку, без рассортировки на самок и самцов и выпуску икры в натуральной величине показал, что в прошедшую путину в Охотском море было выпущено почти 30,0 тыс. т икры-сырца минтая – это второй результат за период наблюдения с 2002 г. по 2017 г. (рис. 3).

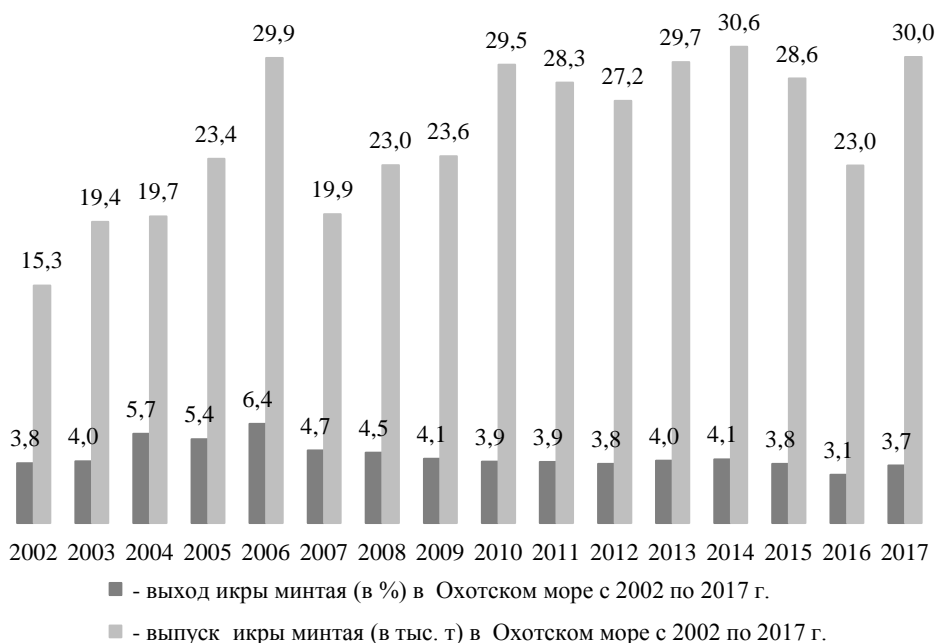


Рис. 3. Сводные данные по выходу икры (в % от общей массы рыбы-сырца, поступившей на разделку, без рассортировки на самок и самцов) и выпуску икры (в тыс. т) с 2002 г. по 2017 г.

Мониторинг выхода икры-сырца минтая в Охотском море сезона «А» в процентах от общей массы рыбы-сырца, поступившей на разделку, без рассортировки на самок и самцов за исследуемый период показал, что в 2008 г. он составил 4,5%; в 2009 г. – 4,1%, в 2010 г. и в 2011 г. – 3,9%, в 2012 г. – 3,8%, в 2013 г. – 4,0%, в 2014 г. – 4,1%, 2015 г. – 3,8%, 2016 г. – 3,1%, 2017 г. – 3,7%.

Несмотря на то, что выход икры-сырца минтая в Охотском море с 2009 г. меньше величины 4,5%, фактический выпуск икры-сырца в тыс. т с 2009 г. по 2017 г. достигал значительных величин: от 23,0 тыс. т в 2016 г., когда сезон «А» был сокращен на 10 дней в апреле, до 30,6 тыс. т в 2014 г.

Таким образом, мониторинг выхода икры минтая в исследуемый период показал, что до придания норм по выходу икры-сырца минтая нормативно-правового статуса с 2002 г. до 2008 г. выпуск икры минтая в Охотском море в среднем составлял 21,3 тыс. т в год, а в период с 2008 по 2017 гг., после введения в Правила рыболовства норм по выходу ястыков, выпуск икры в среднем был равен 27,4 тыс. т в год. При этом выход икры-сырца минтая в Охотском море в процентах от общей массы рыбы-сырца, поступившей на разделку, без рассортировки на самок и самцов, в период с 2002 г. по 2007 г. в среднем составлял 5,0% в год и был выше, чем в период 2008–2017 гг., когда выход икры в среднем составлял 3,9%.

### Литература

1. Охотоморский минтай – 2015 (путинный прогноз). – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2014. – 68 с.
2. Охотоморский минтай – 2016 (путинный прогноз). – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2015. – 81 с.
3. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна: Приказ № 385 от 21.10.2013 г.
4. Чутикова Е.С., Носкова А.Ю., Саяпина Т.А. Некоторые аспекты нормирования выхода икры при промысле минтая Охотского моря // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 1. – С 99–101.
5. Чутикова Е.С., Бояркина Л.Г., Саяпина Т.А. Нормирование выхода икры минтая Охотского моря – один из способов регулирования промысла // Рыбное хозяйство, его роль в современной экономике, факторы роста, риски, проблемы и перспективы развития. Науч.-практ. конф.: Тез. докл. – М.: Изд-во ВНИРО, 2009. – 27–28.
6. Некоторые аспекты рационального использования минтая – основного объекта промысла дальневосточных морей / Е.С. Чутикова, Т.А. Саяпина, Л.Г. Бояркина, Е.В. Якуш // Производство рыбной продукции, проблемы, новые технологии, качество: Материалы VI междунар. науч. конф. – Калининград, 2007. – С. 116–118.
7. Временное методическое руководство по определению фактического выхода икры минтая, приказ Росрыболовств Приказ № 484 от 26.12.2008 г.

УДК 591.524.12(265.5)

**А.Ю. Шабуров**

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: shaburov.kamniro@mail.ru*

## **ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОЛОПЛАНКТОНА АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ**

Показано, что пространственная изменчивость голопланктона Авачинской губы не всегда зависит от таких факторов среды, как соленость и температура воды. По приуроченности видов к солености наибольшее количество видов принадлежали к солоноватоводному комплексу, заметно также присутствие морских видов. По температурной приуроченности доминировал эвритермный комплекс. Также выявлено появление тепловодного комплекса.

**Ключевые слова:** голопланктон, видовой состав, эколого-географическая характеристика, Авачинская губа, Камчатка.

**A.Y. Shaburov**

*Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000  
e-mail: shaburov.kamniro@mail.ru*

## **ECOLOGICAL-GEOGRAPHICAL CHARACTERIZATION OF GOLOPLANKTON IN THE AVACHA BAY**

It is shown that the spatial variability of goloplankton in the Avacha Bay does not always depend on a variety of environmental factors, such as temperature and salinity. According to the confinement of species to salinity, the largest number of species belongs to the brackish-water complex, marine species predominate noticeably. According to the temperature confinement the eurythermal complex dominates. Also the appearance of the warm water complex is revealed.

**Key words:** goloplankton, species composition, ecological and geographical characterization, Avacha Bay, Kamchatka.

### **Введение**

Морфологическая характеристика Авачинской губы подробно описана в работе «Люция Берингова моря» [1].

Для кутовой части Авачинской губы характерно раннее образование льда, в отдельные годы в этом районе он появляется в ноябре. В западном районе припайный лед появляется в декабре и держится до конца марта. В центральном и восточном районах сплошной ледовый покров, как правило, не образуется, так как лед постоянно выносится в океан [2].

Режим солености Авачинской губы определяется в основном водообменом с Тихим океаном и стоком рек Авача и Паратунка. Постоянно высокие значения солености в нижних горизонтах губы обусловлены влиянием океанической воды. Речные воды создают зону смешения лишь в поверхностном слое. Наиболее распреснены воды в северо-западной, южной и юго-западной частях губы. По мере удаления от устьев рек распреснение ослабевает, но даже у м. Углового соленость значительно ниже, чем у противоположного восточного берега горла [2].

Толщина и площадь распространения опресненного слоя, температура и соленость воды в губе в основном изменяются с сезонной периодичностью. В большую часть года, с октября по апрель, зона опреснения с соленостью воды от 1 до 25‰ локализуется в вершине губы, прижи-

маясь к внешнему краю речной дельты. В период речного половодья, в июне – июле, она распространяется на всю акваторию губы. Именно в это время мощность опресненного слоя достигает своего максимума – до 5 м. На подъеме и спаде половодья, а также в период осенних паводков (в мае и августе – сентябре), зона опреснения занимает до половины площади губы [3].

Известно, что планктонные животные предпочитают обитать в оптимальных для каждого вида значениях температуры и солености воды. Для Авачинской губы показано (данные 1980-х гг.), что в зоне, граничащей с океаном, часто встречаются планктонные животные океанического комплекса, которые не отмечены в центральной и кутовой частях губы. С 2013 г. возобновлен мониторинг зоопланктона этого района и возникла необходимость еще раз проверить, есть ли изменчивость в экологической структуре зоопланктона.

**Цель исследований:** изучить пространственно-временную динамику в распределении голопланктона по отношению к солености и температуре.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие основные задачи:

- 1) изучить видовой состав голопланктона Авачинской губы;
- 2) изучить эколого-географическую характеристику видового состава голопланктона Авачинской губы;
- 3) выявить закономерности пространственного и сезонного распределения в структуре голопланктона по отношению к солености и температуре.

### Материал и методика

В основу данной работы были положены фондовые данные тона, которую в основном провела инженер-исследователь лаборатории гидробиологии КамчатНИРО А.А. Полякова. Сбор проб провели в 2013–2017 гг. в период, разрешенный для навигации, с апреля по октябрь. Пробы собирали сетью Джели с диаметром входного отверстия 18 см, размер ячеей газа фильтрующего конуса 35 мкм. Облов производили тотально от дна до поверхности. Сеть промывали трижды. Пробы фиксировали 40%-ным нейтральным раствором формальдегида так, чтобы концентрация его в пробе была равна 10%.

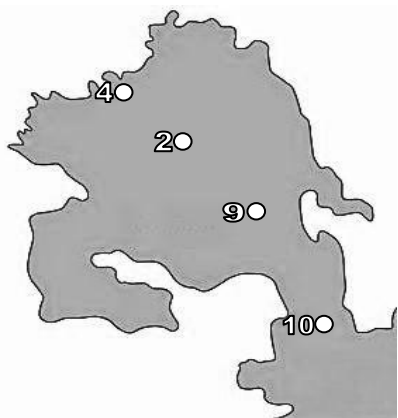


Рис. 1. Схема расположения станций сбора материалов в пелагиали Авачинской губы

Для изучения пространственно-временной и сезонной изменчивости были взяты четыре станции от кутовой части опресняемой р. Авача, до выхода из Авачинской губы, представляющие собой разрез, вдоль которого может меняться соленость и температура (рис. 1). Соответственно, предполагается, что соленость увеличивается от ст. 4 к ст. 10, а температура воды в этом направлении уменьшается.

При определении экологической и географической принадлежности видов голопланктона использовались литературные источники [4–14].

Для некоторых видов голопланктона эколого-географическую характеристику не удалось найти.

### Результаты и обсуждения

В данной работе обсуждается зависимость распределения голопланктона от его эколого-географической характеристики. В качестве критерия для этого были выбраны два экологических фактора, позволяющие понять распределение голопланктона: приуроченность вида к температурному градиенту и приуроченность по отношению к солености воды. Высокие значения температуры воды в Авачинской губе, по сравнению с океанической, хорошо заметны. И хотя на акватории губы режим солености и определяется в основном водообменом с океаном и стоком рек Авача и Паратунка, но все же воды в устьях рек распреснены, а на нижних горизонтах губы постоянно высокие значения солености.

Ниже представлен список представителей голопланктона, обнаруженных в Авачинской губе с 2013 по 2017 гг.

**CILIATA:** *Acanthostomella norvegica*, *Parafavella edentata*, *Parafavella denticulata*, *Parundella pellucida*, *Ptychocylis urnula*. **ROTATORIA:** *Asplanchna priodonta*, *A. intermedia*,



*Synchaeta* sp., *Synchaeta tremula*, *Trichocerca marina marina*. **COPEPODA:** *Acartia longiremis*, *Calanus glacialis*, *Calanus tenuicornis*, *Eucalanus bungii*, *Microcalanus pygmaeus*, *Neocalanus cristatus*, *Neocalanus plumchrus*, *Pseudocalanus minutus*, *Centropages mcmurrichi*, *Metridia pacifica*, *Oithona similis*, *Oithona spinifera*, *Oithona plumchra*, *Oncea borealis*, *Tortanus discaudatus*, *Tortanus deriugini*, *Tortanus* sp., *Anomalocera patersoni*, *Labidocera* sp., *Microsetella rosea*, *Microsetella norvegica*, *Idyaea furcata*, *Harpacticus uniremis*, *Eurytemora hermanni*. **CLADOCERA:** *Evadne nordmanni*, *Podon leuckarti*, *Podon intermedius*. **OIKOPLEURA:** *Oikopleura* sp. **CHAETOGNATHA:** *Parasagitta elegans*.

Доминирующий комплекс видов голопланктона в Авачинской губе имеет характерные черты. В центральной части акватории в межгодовой динамике прослеживается доминирование солоноватоводного комплекса голопланктона, что составляет 35% от общего числа изученных видов: *Parafavella edentata*, *Synchaeta tremula*, *Trichocerca marina marina*, *Microcalanus pygmaeus*, *Anomalocera patersoni*, *Microsetella rosea*, *Microsetella norvegica*, *Harpacticus uniremis*, морской комплекс составляет 32%. По мере изменения солености воды одни виды постепенно заменяются другими. Если наблюдать за распределением по отношению к солености по сезонам, то в весенний период преобладает морской комплекс, летом и осенью – солоноватоводный.

Распределение по солености от устья р. Авача до выхода из Авачинской губы выражено незначительно. Вероятнее всего, это происходит, как писала в своей работе Е.В. Солохина [13], из-за выноса прибрежного голопланктона в океан и, наоборот, заноса океанического голопланктона в прибрежье. Так, океанические копеподы *Calanus glacialis* и *Neocalanus plumchrus* эпизодически попадают в губу с холодными арктическими водами, распространяющимися вдоль побережья Камчатки из полярного бассейна, и отмечены на 4-й станции в 2014–2015 гг.

Основу численности голопланктона по температурному градиенту на центральном разрезе Авачинской губы от кутовой части, опресняемой р. Авача, до выхода из губы составляет эвритермный комплекс, до 53% от общей численности видов голопланктона для которых удалось найти эколого-географическую характеристику, 35% составили представители холодноводного комплекса.

Представители тепловодного комплекса, составившие 12%, были отмечены на акватории Авачинской губы только в последние два года, при этом их значение на отдельных станциях с августа 2016 г. по октябрь 2017 г. варьировало от единичного присутствия до доминирования. В 2013–2015 гг. данный комплекс видов отсутствовал (рис. 2).

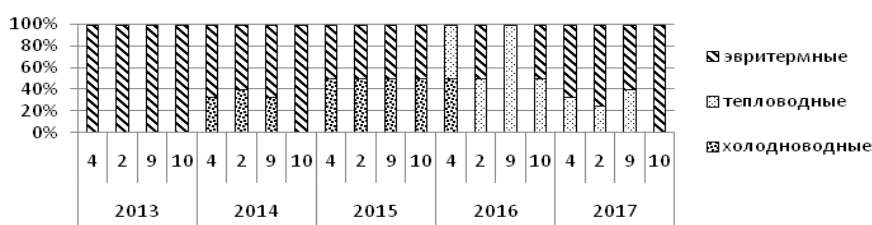


Рис. 2. Приуроченность к температуре голопланктона Авачинской губы

Весной преимущественное положение занимает холодноводный комплекс (73%), в летний (66%) и осенний периоды (50%) преобладает эвритермный.

Стоит заметить, что четко выраженного сезонного распределения голопланктона Авачинской губы по отношению к температуре не наблюдается, и оно меняется, вероятно, в зависимости от стадии приливо-отливного цикла.

## Выводы

По отношению к солености в голопланктоне доминировал солоноватоводный комплекс. По мере изменения солености воды одни виды постепенно сменялись другими, и в весенний период солоноватый комплекс заменялся морским.

По отношению к температуре в голопланктоне на центральном разрезе Авачинской губы от кутовой части, опресняемой р. Авача, до выхода из губы преобладал эвритермный комплекс. Пространственная динамика выражена слабо, так как большую роль играет приливо-отливные явления.

С августа 2016 г. по октябрь 2017 г. представители тепловодного комплекса начали присутствовать в единичных случаях на выбранных станциях. Данный комплекс ранее не отмечался ни на одной из них с 2013 г., что может быть связано с тем, что в последние годы началось увеличение прогрева воды.

### Литература

1. Лоция Берингова моря. Часть I. Восточный берег Камчатки. – Картфабрика ВМФ, 1959. – 248 с.
2. Ляндзберг Р.А., Березовская В.А. Сезонные изменения солености и рН в водах смешения при впадении нерестовых рек в Авачинскую губу // Пути развития предприятий рыбной промышленности Камчатки: Тез. докл. науч.-техн. конф. – Петропавловск-Камчатский, 1985. – 31 с.
3. Исторический обзор исследований и основные результаты комплексного экологического мониторинга Авачинской губы в 2013 г. / Е.В. Лепская, О.Б. Тепнин, В.В. Коломейцев, Е.А. Устименко, Н.В. Сергеенко, Д.С. Виноградова, В.Д. Свириденко, М.А. Походина, В.А. Щеголькова, В.В. Максименков, А.А. Полякова, Р.С. Галямов, С.Л. Горин, М.В. Коваль // Исслед. водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – Вып. 34. – С. 11–12.
4. Примаков И.М., Кузнецова Е.А. Пространственное распределение летнего зоопланктона Белого и Юго-Восточной части Баренцева моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря: XI Всерос. конф. с междунар. участием. 9–11 ноября 2010 г. – СПб., 2010. – 143 с.
5. Шебанова М.А., Чучукало В.И., Дулепова Е.П. Некоторые черты биологии и продукционные характеристики *Oithona similis* (Copepoda) в Охотском и Западной части Берингова морей // Известия ТИНРО. – 2011. – Т. 166.
6. Бродский К.А. Весловногие рачки Calanoida Дальневосточных морей СССР и Полярного бассейна. – М.-Л.: Изд-во Академии наук СССР. – 1950. – 442 с.
7. Касьян В.В. Особенности осеннего зоопланктона в районе строительства завода сжиженного природного газа (Бухта Перевозная, Японское море) // Universum: Химия и биология. – 2015. – № 7(15).
8. Гаевская Н.С. Определитель фауны и флоры Северный морей СССР. – М.: Советская наука, 1948. – 735 с.
9. Долганова Н.Т. Состав, сезонная и межгодовая динамика планктона Северо-Западной части Японского моря // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. – 2001. – Т. 128. – 53 с.
10. Зубаха М.А., Усов Л.В. температурные оптимумы массовых видов зоопланктона Белого моря. – М.: Наука, 2004. – С. 347–351.
11. Батищева Н.А. Состав и распределение зоопланктона у юго-восточного побережья камчатки весной 2006 г. // Исслед. водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 11. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2008. – С. 42–46.
12. Ершова Е.А. Структура и межгодовая изменчивость зоопланктонных сообществ чукотского моря. – М., 2017. – 24 с.
13. Солохина Е.В. Видовой состав, динамика и распределение зоопланктона Авачинской губы (Восточная Камчатка) и лагуны Гладковская (Командорские острова): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2003. – 19 с.
14. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. – Л.: Наука, 1970. – 744 с.

## Секция 2. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА

УДК 629.5.023:620.19

Д.А. Арчибисов<sup>1,2</sup>, В.А. Швецов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море,  
Петропавловск-Камчатский, 683031;

<sup>2</sup>Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: d.a.archibisov@mail.ru

### ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ КОРРОЗИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ РЕМОНТЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ КАМЧАТСКОГО ФЛОТА

Приводятся результаты визуального контроля судовых средств противокоррозионной защиты прошедшего ремонт судна перед его спуском на воду и после завершения навигации. Показана необходимость контроля качества протекторов, устанавливаемых при ремонте на суда камчатского флота.

**Ключевые слова:** коррозионные исследования, творческий коллектив, защита судов от коррозии, лакокрасочное покрытие, системы протекторной защиты.

D.A. Archibisov<sup>1,2</sup>, V.A. Shvetsov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kamchatka's Directorate for Technical Supply of Sea Supervision,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683031;

<sup>2</sup>Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003

### GROUND FOR USING THE RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH OF CORROSION IN THE REPAIR AND OPERATION OF SHIPS OF THE KAMCHATKA FLEET

The results of visual inspection of ship anti-corrosion protection systems for a ship that has been repaired before its launching and after navigation completion are given. We showed the necessity to control the quality of hull protectors, installed during repairs to ships of the Kamchatka fleet.

**Key words:** corrosion research, creative collective, ship protection from corrosion, paint and varnish cover, protection systems.

Успешная эксплуатация судов камчатского флота невозможна без эффективной борьбы с коррозией и обрастанием судов [1], основанной на соблюдении требований нормативных документов (НД) [2–4]. Согласно НД [2–4], экипажи судов должны контролировать эффективность работы судовых систем защиты от коррозии, а именно: протекторной защиты (ПЗ) и лакокрасочного покрытия (ЛКП). Однако на практике требования НД не выполняются ни в процессе докового ремонта судна, ни при его эксплуатации, несмотря на то, что в работах [6–9] показано, что методы контроля можно упростить. Сложившийся нормативно-технический нигилизм экипажей судов обусловлен отсутствием: а) специальной подготовки экипажей; б) мотивации; в) контроля со стороны судовладельцев и надзорных органов; г) низким уровнем экологического образования и воспитания.

Известно [10], что для успешного внедрения результатов научных исследований в экономику Камчатского края необходимо создавать творческие коллективы, состоящие из представите-

лей научного сообщества, предприятий и учреждений. Поскольку защита судов от коррозии одновременно направлена на решение экологических проблем Авачинской губы, то нами было принято решение о создании творческого коллектива на базе ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» и ФГБУ «Камчаттехмордирекция».

Цель создания данного коллектива – оценка качества протекторов и лакокрасочных материалов, используемых при ремонте судов.

В качестве объекта исследования был выбран катер типа «Ярославец» проекта 376У, прошедший ремонт корпуса в межнавигационный период 2016–2017 гг. В процессе ремонта на корпусе судна были установлены два новых протектора и полностью заменено ЛКП корпуса. При этом восемь ранее установленных протекторов были сохранены, т. к. по степени износа они соответствовали требованиям НД [11]. Проведенные исследования были основаны на НД [2–4] и результатах работ [6–9]. Визуальный контроль ПЗ и ЛКП корпуса судна, выполненный перед спуском судна на воду и после завершения навигации, показал: а) ранее эксплуатировавшиеся протекторы, сохраненные при ремонте корпуса, выполнили свою защитную функцию – в течение периода навигации они частично растворились в морской воде; б) новые протекторы, установленные во время ремонта, не только не выполнили свою защитную роль, но и оказались активными центрами обрастания корпуса судна. Эти выводы иллюстрируются результатами фотосъемки подводной части корпуса, произведенной перед спуском судна на воду (рис. 1 и 3) и после завершения навигации (рис. 2 и 4).

Таким образом, с целью обеспечения требуемой эффективности работы судовых средств противокоррозионной защиты необходимо контролировать качество протекторов, используемых при доковом и межнавигационном ремонте корпусов судов камчатского флота.



Рис. 1. Сохраненный (эксплуатировавшийся ранее) протектор перед спуском судна на воду (перо руля)



Рис. 2. Сохраненный (эксплуатировавшийся ранее) протектор после завершения навигации (перо руля)



Рис. 3. Замененный (новый) протектор перед спуском судна на воду (днище в кормовой части)

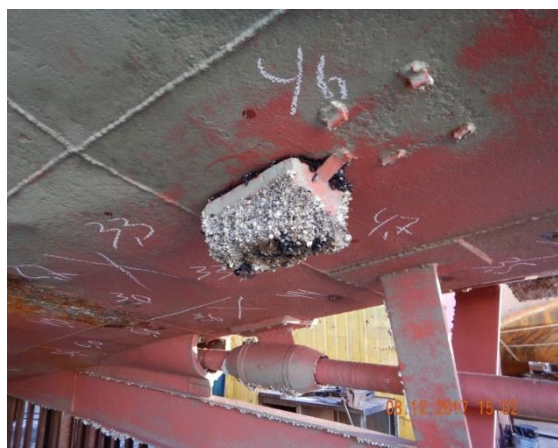


Рис. 4. Замененный (новый) протектор после завершения навигации (днище в кормовой части)

### Литература

1. *Зобочев Ю.Е., Солинская Э.В.* Защита судов от коррозии и обрастания. – М.: Транспорт, 1984. – 174 с.
2. Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания. – М.: Воен. изд-во, 2002. – 350 с.
3. РД 31.28.10-97. Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии: Руководящий документ. Утвержден распоряжением Минтранса России от 17.12.2007 № МФ-34/2306 / Министерство транспорта РФ. – СПб., 1997.
4. ГОСТ 26501-85 Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 9 с.
5. *Белов О. А., Дороганов А. Б.* Проблемы методологии контроля электрохимической защиты стальных корпусов кораблей и судов // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. – Вып. 37. – С. 10–13.
6. Совершенствование методики измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *П.А. Белозёров, В.А. Швецов, А.А. Луценко, О.А. Белавина* // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та. Серия: Морская техника и технология. – 2014. – Вып. 4 (ноябрь). – С. 7–12.
7. Испытание устройства для проверки правильности показаний хлорсеребряных электродов сравнения / *В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, В.В. Кириносенко, О.А. Белавина* // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. . – Петропавловск-Камчатский, 2015. – Вып. 31. – С. 47–55.
8. Использование электроугольных изделий при измерении потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *П.А. Белозёров, В.А. Швецов, В.А. Пахомов, О.А. Белавина* // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – Вып. 1 (февраль). – С. 27–31.
9. Пат. РФ № 2589246. Способ контроля режима работы протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / *Швецов В.А., Адельшина Н.В., Белозеров П.А., Коростылев Д.В., Белавина О.А.*; опубл. 10.07.2016.
10. Влияние инновационных мероприятий, выполненных на Быстринском месторождении питьевых подземных вод, на качество воды / *В.А. Швецов, Б.А., Опрышко О.А. Белавина, В.В. Кириносенко* // Природные ресурсы, их состояние, охрана и техническое использование: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (22–24 марта 2016 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 141–143.
11. ГОСТ 26251-84 Протекторы для защиты от коррозии. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 25 с.

УДК 629.5.023:620.19

**О.А. Белов**

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

## **ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ СУДОВ КАМЧАТСКОГО ФЛОТА ОТ КОРРОЗИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Эксплуатация сложных технических объектов, к которым несомненно, относятся и современные суда, требует определенного научного сопровождения. О необходимости взаимодействия научной среды и производства неоднократно отмечалось на правительственном уровне и в посланиях президента В.В. Путина. Одним из таких направлений, где необходима взаимосвязь науки и производства, является проблема защиты корпусов кораблей и судов от коррозии. Это обусловлено непосредственным влиянием коррозионных процессов как на экологическую безопасность в местах базирования судов, так и на безопасность мореплавания в целом.

**Ключевые слова:** безопасность мореплавания, экологическая безопасность, коррозия, электрохимическая защита, эксплуатация судна, профессиональная подготовка.

**O.A. Belov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;  
boa-1@mail.ru*

## **PROBLEMS OF PROTECTION OF VESSELS OF THE KAMCHATSKA FLEET FROM CORROSION AND THE WAYS OF THEIR DECISIONS**

The exploitation of complex technical facilities, which undoubtedly include modern vessels, requires a certain scientific support. The need for interaction between the scientific environment and production was repeatedly noted at the governmental level and in the messages of President V.V. Putin. One of such areas, where the interrelation between science and production is necessary, is the problem of protecting ship hulls from corrosion. This is due to the direct influence of corrosion processes both on environmental safety in the basing areas of ships and on the safety of navigation in general.

**Key words:** safety of navigation, ecological safety, corrosion, electrochemical protection, vessel operation, vocational training.

Коррозия стальных корпусов кораблей и судов – одна из главных причин износа судов, снижения их прочности и безопасности. Предупреждение преждевременного износа корпуса судна должно являться повседневной задачей экипажа. Для защиты от коррозии на судах и кораблях используют системы электрохимической защиты (катодные и протекторные ЭХЗ), которые должны обеспечить необходимый защитный потенциал корпуса судна. Экипажи судов и кораблей должны контролировать работу систем ЭХЗ [1–3]. Однако это требование не выполняется на судах и кораблях камчатского флота. Причинами невыполнения экипажами своих обязанностей являются: отсутствие удобных в эксплуатации средств измерения потенциала корпуса и несовершенство методики измерения [4–7].

К сожалению, в настоящее время процессы коррозии корпусов судов воспринимаются судовладельцами как нечто неизбежное. Мероприятия антикоррозийной защиты во многом выполняются формально, хотя сами затраты на ремонт и восстановление корпуса довольно значительные.

Это обусловлено еще и тем, что нет четких руководящих документов по организации антикоррозийной защиты на судах в период эксплуатации. Получается, что основной задачей становится не защита корпуса, не обеспечение его эксплуатационных характеристик, а качественное предъявление его Морскому регистру.

Вместе с тем некачественный ремонт, связанный с нарушением технологии покраски, использованием некачественных материалов, некачественных протекторов, неправильная их установка, приводит к тому, что уже через несколько недель после спуска судна на воду начинаются коррозионные процессы: вспучивается краска, появляются очаги местной коррозии и т. д.

В 2012 г. на кафедре «Электрооборудование и радиооборудование судов» начали проводиться исследования, посвященные данному вопросу. Первые шаги в этом направлении подтвердили актуальность проблемы защиты от коррозии, так как не одно судно по результатам контрольных точечных замеров не соответствовало требованиям руководящих документов, защита фактически не работала, и экипажи этими вопросами не занимались.

Для обеспечения эффективного контроля систем ЭХЗ творческим коллективом кафедры РЭС под руководством профессора В.А. Швецова был разработан новый способ контроля режима работы систем протекторной защиты стальных корпусов судов и кораблей, защищенный патентом РФ № 2589246, а также ряд устройств для реализации этого способа, получивших патенты на полезную модель [8–11].

Предлагаемый метод позволяет оценить качество ремонта корпуса, его защищенность в процессе эксплуатации, а также зафиксировать время, когда начинаются активные коррозионные процессы. Это позволит своевременно предотвратить их развитие, сохранить водонепроницаемость и прочность корпуса и существенно снизить затраты на судоремонт. Сам метод достаточно прост в реализации, не требует существенных затрат. Средства измерения изготавливаются из подручного материала. Трудоемкость составляет 1–2 часа в неделю [12].

Апробация результатов исследований и испытания разработанных устройств, контроля систем протекторной защиты первоначально была чрезвычайно затруднена ограниченностью допуска представителей кафедры на суда. Поэтому по инициативе кафедры при поддержке Камчатского Морского собрания и лично его председателя К.Г. Маклова в феврале 2016 г. был организован круглый стол с участием представителей судовладельцев, рыбных компаний, Военно-морского флота и Пограничного управления ФСБ России. По результатам работы круглого стола был достигнут ряд договоренностей, и для дальнейших исследований нам было предоставлено пять судов. С апреля по сентябрь 2016 г. проводились исследования и апробация на этих судах.

Полученные результаты исследований подтвердили эффективность предлагаемого способа контроля, возможность в дальнейшем отказаться от чрезмерно жестких требований действующих нормативных документов, тем самым снизить трудоемкость и повысить экспрессность измерений в 5 раз [13–19].

В октябре 2016 г. в рамках регионального научно-технического конкурса был представлен проект по контролю систем защиты от коррозии, получивший признание и грант в размере 75000 руб. К сожалению, это единственные средства, которые удалось получить за все время проведения исследований.

Тем не менее важным результатом признания проекта явилось начало сотрудничества с Министерством рыбного хозяйства Камчатского края, которое организовало встречи с судовладельцами, допуск на суда, получение образцов стали и протекторов для лабораторных исследований. Была проделана большая работа на судах, которая позволила определить перспективные направления дальнейших исследований и усовершенствовать способ контроля защищенности судов от коррозии. На данный способ также подана и уже одобрена заявка на изобретение.

Однако на данном этапе возникли определенные проблемы. Из-за отсутствия финансирования и расширения числа объектов исследования не хватает средств измерений и материалов для изготовления измерительных устройств.

По этой же причине затруднено создание эффективной лабораторной базы, поэтому исследования проводятся на судах только в короткий летний период, часто в неблагоприятных погодных условиях, что не может не влиять в том числе на качество и достоверность результатов. Наличие функциональной лабораторной установки не только позволило бы круглый год вести работу, но и качественно готовить операторов измерений.

Не хватает квалифицированных операторов. Основной состав операторов – это студенты и курсанты КамчатГТУ. Слабая мотивация и план-график учебного процесса не способствуют получению качественного результата. К сожалению, ни один представитель экипажа судов не участвует в этом процессе, хотя мы неоднократно предлагали организовать их обучение на кафедре и дальнейшее сопровождение [20, 21].

Поэтому на мероприятия, связанные с диагностикой и ремонтом корпуса судна в доке, продолжают тратиться значительные средства. Проведенные исследования показывают, что около 30% от общих затрат на заводской ремонт судна приходится на ликвидацию коррозионных разрушений. Не менее 60% всех доковых работ относится к затратам на работы по ликвидации коррозии. Внедрение полученных результатов на судах камчатского флота позволит не только в разы снизить эти затраты, но и обеспечить качество эксплуатации судна, его эксплуатационную безопасность, а также экологическую безопасность окружающей среды.

Из вышеизложенной информации следует, что для сохранения судов и кораблей камчатского флота необходимо срочно организовать службу диагностики корпусов кораблей и судов (например, при КамчатГТУ), кроме того необходимо организовать обучение членов экипажа, которые по своим должностным обязанностям должны оперативно контролировать работу систем ЭХЗ.

### Литература

1. РД 31.28.10-97. Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии: Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 1998. – 37 с.
2. Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания. – М.: Военное изд-во, 2002. – 350 с.
3. ГОСТ 9.056-75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017> (дата обращения: 20.07.2015).
4. Белов О.А., Дороганов А.Б. Проблемы методологии контроля электрохимической защиты стальных корпусов кораблей и судов // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 10–13.
5. Белов О.А. Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 30. – С. 11–16.
6. Белов О.А. Современное состояние организации комплексной защиты металлических корпусов кораблей и судов от коррозии // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. – № 3. – С. 115–120.
7. Дороганов А.Б., Белов О.А. Современное состояние методов и средств измерения электрического поля судов и кораблей // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 125–127.
8. Пат. РФ № 2589246. Способ контроля режима работы протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / Швецов В.А., Адельшина Н.В., Белозеров П.А., Коростылев Д.В., Белавина О.А.; опубл. 10.07.2016.
9. Пат. РФ № 154475. Устройство для проверки правильности показаний хлорсеребряных электродов сравнения / Швецов В.А., Белозёров П.А., Адельшина Н.В., Белавина О.А., Коростылев Д.В.; опубл. 27.08.2015.
10. Пат. RU № 153280. Устройство для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / Швецов В.А., Белозеров П.В., Шунькин Д.В., Диденко А.А., Луценко А.А., Коростелев Д.В., Белавина О.А.; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 19.
11. Пат. RU № 169581. Устройство для контроля протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / Швецов В.А., Белов О.А., Шунькин Д.В., Белавина О.А., Лысянский С.П., Адельшина В.В.; опубл. 23.03.2017.
12. Внедрение усовершенствованного способа контроля систем протекторной защиты стальных корпусов судов камчатского флота / О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.П. Ястребов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Вып. 39. – С. 6–11.
13. Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П. Обоснование оптимальной периодичности контроля работы протекторной защиты стальных корпусов судов // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 1(82). – С. 55–58.
14. Обоснование возможности исключения внешнего осмотра систем протекторной защиты стальных корпусов судов / В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.П. Ястребов // Вестник Ас-трахан. гос. техн. ун-та. Серия Морская техника и технология – 2017. – № 1. – С. 29–38.



15. К вопросу о продолжительности периода эффективной работы систем защиты от коррозии стальных корпусов вспомогательных судов / *О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.А. Арчибисов, О.А. Белавина* // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия Морская техника и технология – 2017. – № 3. – С. 7–15.

16. *Белов О.А.* Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – № 42. – С. 6–10.

17. *Белов О.А., Клементьев С.А., Дороганов А.Б.* Коррозионные процессы как фактор снижения безопасности эксплуатации морских судов // Инноватика и экспертиза: Научные труды. – 2017. – № 1(19). – С. 123–126.

18. Оценка эффективности методик измерения потенциала стальных корпусов рыбопромышленных судов / *В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Ю. Бессонов* // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 191–193.

19. Динамика совершенствования систем электрохимической защиты от коррозии стальных корпусов морских судов и методов их контроля / *В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Б. Дороганов* // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 194–195.

20. Обоснование необходимости подготовки операторов для измерения потенциала стальных корпусов судов и кораблей / *В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозёров, О.А. Белавина, В.В. Кириносенко* // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37– С. 19–24.

21. *Белов О.А.* Задачи исследования электрических полей судов и характеристика методов их решения // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – № 40. – С. 12–17.

УДК 502:629.5

**О.А. Белов, С.А. Зайцев, Д.С. Кротенко**

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

## **ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА И УСТАНОВКИ ПОДВЕСНОЙ ПРОТЕКТОРНОЙ ЗАЩИТЫ НА СУДАХ ПРИ ДОЛГОВРЕМЕННОМ СТОЯНОЧНОМ РЕЖИМЕ**

Акватории портов и территории прибрежной зоны подвергаются интенсивному техногенному воздействию, связанному с технической эксплуатацией кораблей, судов и других плавучих объектов. Воздействие на окружающую среду усиливается при нахождении таких объектов в режиме длительного стоянки, так как они являются источниками эксплуатационного и аварийного загрязнения. Обеспечение безопасной эксплуатации судов в данном режиме требует проведения дополнительных организационно-технических мероприятий.

**Ключевые слова:** эксплуатация, система электрохимической защиты, протектор, электрод сравнения, защитный ток, электродный потенциал, коррозия.

**O.A. Belov, S.A. Zaitsev, D.S. Krotenko**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
boa-1@mail.ru*

## **GENERAL PRINCIPLES OF CALCULATION AND INSTALLATION OF SUSPENDED SACRIFICIAL PROTECTION ON SHIPS IN LONG-TERM PARKING REGIME**

Port water areas and coastal zone areas are subject to intensive technogenic impact associated with the technical operation of ships, vessels and other floating objects. The impact on the environment is enhanced when such objects are found in the long-term parking regime, as they are sources of operational and accidental pollution. Ensuring the safe operation of ships in this mode requires additional organizational and technical measures.

**Key words:** operation, electrochemical protection system, protector, reference electrode, protective current, electrode potential, corrosion.

К режиму длительного стоянки относятся такие штатные эксплуатационные режимы, как ремонт на плаву, консервация, достройка судна, период ожидания ремонта или утилизации. Кроме того для целого ряда судов и плавучих объектов такой режим является основным. Это касается эксплуатации отдельных типов судов вспомогательного и технического флота: плавмастерских, плавдоков, плавэлектростанций и т. д., а также стальных корпусов плавучих платформ, буровых установок, плавпричалов и понтонов.

В связи с рядом особенностей данного эксплуатационного режима такие объекты являются не только источниками эксплуатационного и аварийного загрязнения [1], но и представляют потенциальную опасность экологическому состоянию акватории.

Для обеспечения безопасной эксплуатации судов и плавучих объектов в режиме длительного стоянки необходимо проведение специальных организационно-технических мероприятий, в первую очередь согласно [2] требуется обеспечить размещение дополнительных систем электрохимической защиты от коррозии в морской воде с подвесными протекторами. Такие системы обеспечивают эффективную эксплуатацию объектов в морской воде с площадью смоченной поверхности до 1000 м<sup>2</sup>.

Типовая система протекторной защиты включает в себя следующие элементы:

- подвесные протекторы;
- переносные электроды сравнения;
- переносной милливольтметр для измерения потенциала корпуса защищаемого объекта.

Основным элементом электрохимической защиты является протектор. Тип протектора определяется согласно [3]. Параметры эталонных протекторов при удельной электрической проводимости  $\gamma = 4,5$  См/м приведены в таблице. Если проводимость морской воды в акватории отличается от приведенной, то необходимо пересчитать и значение тока протектора:

$$I_{n2} = I_n \frac{\gamma_2}{\gamma},$$

где  $I_n$  – табличное значение тока протектора, А;

$I_{n2}$  – фактическое значение тока протектора, А;

$\gamma$  – удельная электрическая проводимость, См/м;

$\gamma_2$  – фактическая электрическая проводимость воды в акватории, См/м.

Проведенные исследования под руководством профессора В.А. Швецова показали необходимость дополнительного контроля работоспособности протекторов и определения их фактических характеристик на испытательных стендах перед установкой на защищаемый объект [4–14].

Таблица

Технические характеристики эталонных протекторов при  $\gamma = 4,5$  См/м

Тип протектора по [3]	Марка сплава	Ток протектора, А	Срок службы, годы
П-ПОМ-10	МП1	2,9	0,5
П-ПОМ-30	МП1	4,1	1,1
П-ПОМ-60	МП1	4,7	1,4
П-ПОА-10	АП3	1,0	2,0
	АП4	1,3	1,5
П-ПОА-15	АП3	1,0	2,8
	АП4	1,4	2,1
П-ПОА-30	АП3	1,5	3,9
	АП4	2,0	2,9
П-ПОА-45	АП3	1,5	5,9
	АП4	2,0	4,5
П-ПОА-60	АП3	1,7	7,2
	АП4	2,2	5,4

Дорогостоящие и сложные в эксплуатации переносные хлорсеребряные электроды сравнения представляется возможным заменить на электроугольные электроды, эффективность которых также подтверждена рядом исследований [15–18].

Для обеспечения эффективной работы систем электрохимической защиты, необходимо установить значение электродного потенциала корпуса защищаемого объекта в пределах минус 850 мВ и плотность тока защиты  $j_{\text{защ}} = 0,04$  А/м<sup>2</sup>, которая является основным параметром электрохимической защиты, определяющим количество протекторов в системах протекторной защиты.

Исходными данными для расчета систем протекторной защиты плавучих объектов являются площадь защищаемой поверхности  $S$  и удельная проводимость  $\gamma$  морской воды в месте стоянки.

Конечным результатом проводимых расчетов является определение следующих параметров:

- значение защитного тока  $I_{\Sigma}$ , А;
- тип протектора;
- ток одного протектора  $I_n$ , А;
- количество протекторов  $n$ , шт.;
- срок службы протекторов  $T$ , лет.

Общий защитный ток определяют по формуле:

$$I_{\Sigma} = j_{\text{защ}} \cdot S,$$

где  $j_{\text{защ}}$  – плотность тока защиты, А/м<sup>2</sup>;  
 $S$  – площадь защищаемой поверхности, м<sup>2</sup>.

Соответственно, при увеличении площади смоченной поверхности следует выбирать протекторы с большей токоотдачей. Применяемый сплав протектора определяется в зависимости от электрической проводимости в акватории: при  $\gamma_2$  менее 2,0 См/м следует применять протекторы из сплава МП1, при  $\gamma_2$ , равной или более 2,0 См/м, – из сплава АП3 и АП4. Этот фактор является определяющим для срока службы протектора

По расчетному значению общего защитного тока  $I_{\Sigma}$  и фактическому току выбранного из таблицы протектора  $I_{n2}$  определяем необходимое количество протекторов:

$$n = \frac{I_{\Sigma}}{I_{n2}}.$$

Таким же образом, с учетом электрической проводимости морской воды в акватории определяем расчетный срок службы протектора:

$$T_2 = \frac{\gamma}{\gamma_2},$$

где  $T$  – табличное значение срока службы, лет;

$T_2$  – фактическое значение срока службы, лет;

$\gamma$  – удельная электрическая проводимость, См/м;

$\gamma_2$  – фактическая электрическая проводимость воды в акватории, См/м.

Протекторы должны подвешиваться с помощью стального троса непосредственно с борта объекта на глубину от 2 до 3 м ниже днища равномерно по длине корпуса и симметрично по обоим бортам. Электрический контакт между протектором и корпусом объекта должен обеспечиваться электрическим кабелем.

Проведение указанных организационно-технических мероприятий и качественная установка дополнительной системы протекторной защиты позволяет не только обеспечить эффективную эксплуатацию стальных корпусов плавучих объектов в режиме долговременной стоянки, но и предотвратить возникновение чрезвычайных ситуаций, связанных с эксплуатационными и аварийными загрязнениями прилегающей к этим объектам акватории. Систематический контроль работоспособности системы протекторной защиты в соответствии с руководящими документами [19, 20] с использованием метода профессора В.А. Швецова [21–28] позволяет существенно повысить надежность системы защиты и, следовательно, экологическую безопасность в данной акватории.

## Литература

1. Решняк В.И., Решняк К.В. Управление экологической безопасностью при эксплуатации судов на внутренних водных путях // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 1(82). – С. 95–99.
2. ГОСТ 9.056-75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017> (дата обращения: 20.07.2015).
3. ГОСТ 26251-84. Протекторы для защиты от коррозии. Технические условия [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200018746> (дата обращения: 17.10.2016).
4. Внедрение усовершенствованного способа контроля систем протекторной защиты стальных корпусов судов камчатского флота / О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.П. Ястребов, О.А. Белавина, Д.В. Шуныкин // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Вып. 39. – С. 6–11.
5. Обоснование необходимости подготовки операторов для измерения потенциала стальных корпусов судов и кораблей / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозёров, О.А. Белавина, В.В. Кирносенко // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 19–24.

6. Обоснование выбора импортных электроизмерительных приборов для контроля систем протекторной защиты корпусов морских судов / П.А. Белозеров, В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, В.В. Кириносенко, Д.А. Арчибисов, В.А. Пахомов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 119–120.

7. Дороганов А.Б., Белов О.А. Современное состояние методов и средств измерения электрического поля судов и кораблей // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 125–127.

8. Оценка эффективности методик измерения потенциала стальных корпусов рыбопромысловых судов / В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Ю. Бессонов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 191–193.

9. Белов О.А. Современное состояние организации комплексной защиты металлических корпусов кораблей и судов от коррозии // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. – № 3. – С. 115–120.

10. Белов О.А., Клементьев С.А., Дороганов А.Б. Коррозионные процессы как фактор снижения безопасности эксплуатации морских судов // Инноватика и экспертиза: Научные труды. – 2017. – № 1(19). – С. 123–126.

11. Белов О.А., Дороганов А.Б. Проблемы методологии контроля электрохимической защиты стальных корпусов кораблей и судов // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 10–13.

12. Белов О.А. Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 30. – С. 11–16.

13. Белов О.А., Парфенкин А.И. Обзор основных факторов снижения безопасности сложных технических систем // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. №35. – С. 11–14.

14. Белов О.А. Методология анализа и контроля безопасности судна как сложной организационно-технической системы // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2015. – № 34. – С. 12–18.

15. Испытание устройства для проверки правильности показаний хлорсеребряных электродов сравнения / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, В.А. Кириносенко, О.А. Белавина // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – Вып. 31. – С. 47–55.

16. Динамика совершенствования систем электрохимической защиты от коррозии стальных корпусов морских судов и методов их контроля / В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Б. Дороганов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 194–195.

17. Белов О.А. Задачи исследования электрических полей судов и характеристика методов их решения // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – № 40. – С. 12–17.

18. Белов О.А. Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – № 42. – С. 6–10.

19. РД 31.28.10-97. Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии: Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 1998. – 37 с.

20. Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания. – М.: Военное изд-во, 2002. – 350 с.

21. Пат. РФ № 2589246. Способ контроля режима работы протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / Швецов В.А., Адельшина Н.В., Белозеров П.А., Коростылев Д.В., Белавина О.А.; опубл. 10.07.2016.

22. Пат. РФ № 2643709. Способ контроля защищенности стальных корпусов кораблей и судов от электрохимической и электрокоррозии / Белов О.А., Швецов В.А., Белавина О.А.; опубл. 05.02.2018.

23. Пат. РФ № 154475. Устройство для проверки правильности показаний хлорсеребряных электродов сравнения / Швецов В.А., Белозёров П.А., Адельшина Н.В., Белавина О.А., Коростылев Д.В.; опубл. 27.08.2015.

24. Пат. RU№ 153280. Устройство для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / Швецов В.А., Белозеров П.В., Шунькин Д.В., Диденко А.А., Луценко А.А., Коростелев Д.В., Белавина О.А.; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 19.

25. Пат. RU № 169581. Устройство для контроля протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / *Швецов В.А., Белов О.А., Шунькин Д.В., Белавина О.А., Лысянский С.П., Адельшина В.В.*; опубл. 23.03.2017.

26. *Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П.* Обоснование оптимальной периодичности контроля работы протекторной защиты стальных корпусов судов // *Эксплуатация морского транспорта*. – 2017. – № 1(82). – С. 55–58.

27. Обоснование возможности исключения внешнего осмотра систем протекторной защиты стальных корпусов судов / *В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.П. Ястребов* // *Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия Морская техника и технология* – 2017. – № 1. – С. 29–38.

28. К вопросу о продолжительности периода эффективной работы систем защиты от коррозии стальных корпусов вспомогательных судов / *О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.А. Арчбисов, О.А. Белавина* // *Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия Морская техника и технология*. – 2017. – № 3. – С. 7–15.

УДК 502:629.5

**О.А. Белов, В.А. Швецов**

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

### **К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОВ ПРИ ДОЛГОВРЕМЕННОМ СТОЯНОЧНОМ РЕЖИМЕ**

В статье рассмотрены возможные подходы к обеспечению экологической безопасности судов при долговременном стояночном режиме в Авачинской губе, основанные на исполнении распоряжения Правительства РФ № 2403 от 29.11.2014 г.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, аварийное загрязнение, коррозия, эксплуатация судна, профессиональная подготовка.

**O.A. Belov, V.A. Shvetsov**

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

### **TO THE QUESTION OF INCREASING ENVIRONMENTAL SAFETY OF SHIPS IN LONG-TERM PARKING REGIME**

The article considers possible approaches to ensuring the environmental safety of ships in the long-term parking regime in the Avacha Bay, based on the implementation of the RF Government's order No. 2403 dated November 29, 2014.

**Key words:** environmental safety, accidental pollution, corrosion, ship operation, training.

Суда, находящиеся в долговременном стояночном режиме, являются источниками эксплуатационного и аварийного загрязнения [1].

Например, в Авачинской губе в затопленном или полузатопленном состоянии находятся 84 судна, которые можно считать источниками аварийного загрязнения. На очистку Авачинской губы от этих судов необходимо финансирование в объеме 2,5 млрд руб. Причина затопления судов – утрата водонепроницаемости вследствие коррозии судов.

Следует отметить, что и в настоящее время на акватории Авачинской губы находятся как суда, утратившие водонепроницаемость, так и суда, подвергающиеся интенсивной коррозии. Несомненно, эти суда представляют экологическую угрозу для прибрежных вод Авачинской губы.

Причины низкой эффективности управления экологической безопасностью судов рассмотрены в работах [1–3]. Анализ этих причин позволил авторам прийти к выводу, что основным фактором, влияющим на эффективность природоохранной деятельности судовладельческой организации при эксплуатации судов, является мотивация к действиям, которые должны выполняться в процессе управления экологической безопасностью судна.

По мнению авторов [1], формирование мотивации обеспечивается рядом мероприятий, которые должны носить повторяющийся характер:

- а) разъяснение мер ответственности за невыполнение природоохранных мероприятий;
- б) дополнительная профессиональная подготовка;
- в) информирование о случаях нарушений требований природоохранного законодательства;
- г) проверка состояния деятельности по обеспечению экологической безопасности;
- д) наставническая (воспитательная) работа в данном направлении.

Мы считаем, что дополнительная профессиональная подготовка экипажей судов камчатского флота может быть организована на базе КамчатГТУ, выполняющего большой объем научных исследований в области защиты судов от коррозии [4–20]. Наставническая (воспитательная) работа уже организована в КамчатГТУ. Курсанты, студенты и аспиранты КамчатГТУ (Ястребов Д.П., Рыков Е.В., Шунькин Д.В., Бессонов А.И., Яремчук А.А., Арчибисов Д.А. и другие) внесли большой вклад в развитие научных исследований в области защиты судов и кораблей от коррозии. Они готовы контролировать эффективность систем защиты от коррозии на судах, участвовать в приемке судов в эксплуатацию после их докового ремонта (согласно ГОСТ 9.056-75), оценивать качество протекторов и лакокрасочных материалов, используемых при ремонте судов.

Практическая значимость результатов деятельности молодежного научного сообщества мореходного факультета КамчатГТУ подтверждена результатами контроля систем защиты от коррозии судов камчатского флота, приведенных в таблице.

Таблица

Результаты контроля систем защиты от коррозии судов камчатского флота

Дата обследования	Название судна	Результат обследования
16.10.17	«ПЖС-219»	Отлично (после ремонта)
16.10.17	«СР-77»	Удовлетворительно (был в доке 2014)
16.10.17	«Аламбай»	Неудовлетворительно
10.10.17	СРТ «Брастцев»	Отлично
12.05.17	МРС-024	Удовлетворительно (после ремонта)
12.05.17	МРС-114	Удовлетворительно (после ремонта)
12.05.17	МРС-049	Удовлетворительно (после ремонта)
12.05.17	МРС-039	Удовлетворительно (после ремонта)
12.05.17	МРС-326	Удовлетворительно (после ремонта)
12.05.17	Катер «Маяк»	Неудовлетворительно (после ремонта)
19.04.17	МРС-324, 120	Неудовлетворительно (после ремонта)
13.07.16	«МаринСтар»	Удовлетворительно (после ремонта)
12.09.17	МРС 150-020	Неудовлетворительно (после ремонта)
12.09.17	МРС 150-343	Неудовлетворительно (после ремонта)
Период с 1.06.17 по 09.09.17	Катер «РУМ 52-22»	Неудовлетворительно (после ремонта)
Период с 17.01.17 по 04.04.17	БАТМ «Михаил Старицын»	Неудовлетворительно (до ремонта)

### Литература

1. Решняк В.И., Решняк К.В. Управление экологической безопасностью при эксплуатации судов на внутренних водных путях // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 1(82). – С. 95–99.
2. Деружинский В.Е., Томилин А.Н. Теоретические аспекты экологического мониторинга в транспортном комплексе страны // Эксплуатация морского транспорта. – 2015. – № 3(76). – С. 103–113.
3. Томилин А.Н. Человеческий фактор: понятие, сущность содержания, проблемы // Эксплуатация морского транспорта. – 2015. – № 3(76). – С. 95–102.
4. Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П. Обоснование оптимальной периодичности контроля работы протекторной защиты стальных корпусов судов // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 1(82). – С. 55–58.
5. Обоснование возможности исключения внешнего осмотра систем протекторной защиты стальных корпусов судов / В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.П. Ястребов // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия Морская техника и технология – 2017. – № 1. – С. 29–38.
6. К вопросу о продолжительности периода эффективной работы систем защиты от коррозии стальных корпусов вспомогательных судов / О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.А. Арчибисов, О.А. Белавина // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия Морская техника и технология. – 2017. – № 3. – С. 7–15.
7. Белов О.А. Задачи исследования электрических полей судов и характеристика методов их решения // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – № 40. – С. 12–17.
8. Белов О.А. Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – № 42. – С. 6–10.



9. Белов О.А. Современное состояние организации комплексной защиты металлических корпусов кораблей и судов от коррозии // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. – № 3. – С. 115–120.

9. Белов О.А., Клементьев С.А., Дороганов А.Б. Коррозионные процессы как фактор снижения безопасности эксплуатации морских судов // Инноватика и экспертиза: Научные труды. – 2017. – № 1(19). – С. 123–126.

10. Внедрение усовершенствованного способа контроля систем протекторной защиты стальных корпусов судов камчатского флота / О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.П. Ястребов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Вып. 39. – С. 6–11.

11. Обоснование необходимости подготовки операторов для измерения потенциала стальных корпусов судов и кораблей / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозёров, О.А. Белавина, В.В. Кириносенко // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 19–24.

12. Белов О.А., Дороганов А.Б. Проблемы методологии контроля электрохимической защиты стальных корпусов кораблей и судов // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 10–13.

13. Белов О.А. Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 30. – С. 11–16.

14. Обоснование выбора импортных электроизмерительных приборов для контроля систем протекторной защиты корпусов морских судов / П.А. Белозеров, В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, В.В. Кириносенко, Д.А. Арчибисов, В.А. Пахомов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч. практ. конф. – 2016. – С. 119–120.

15. Дороганов А.Б., Белов О.А. Современное состояние методов и средств измерения электрического поля судов и кораблей // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 125–127.

16. Оценка эффективности методик измерения потенциала стальных корпусов рыбопромысловых судов / В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Ю. Бессонов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 191–193.

17. Динамика совершенствования систем электрохимической защиты от коррозии стальных корпусов морских судов и методов их контроля / В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Б. Дороганов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 194–195.

18. Белов О.А., Парфенкин А.И. Обзор основных факторов снижения безопасности сложных технических систем // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. – № 35. – С. 11–14.

19. Белов О.А. Методология анализа и контроля безопасности судна как сложной организационно-технической системы // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2015. – № 34. – С. 12–18.

20. Испытание устройства для проверки правильности показаний хлорсеребряных электродов сравнения / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, В.А. Кириносенко, О.А. Белавина // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – Вып. 31. – С. 47–55.

УДК 621.65.03

**А.В. Крылевский, С.Ю. Труднев**

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

## **РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДООТЛИВНЫМ НАСОСОМ**

Материал посвящен разработке судовой автоматизированной системы управления водоотливным насосом. Представлена блок-схема, а также дано ее описание. Обоснованы основные преимущества предлагаемого устройства.

**Ключевые слова:** живучесть судна, борьба за живучесть, судно, насос, автоматизация, контроллер, датчик, пробоина, авария.

**A.V.Krylevskiy, S.Y. Trudnev**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatskiy, 683003  
e-mail: lefka.krylevski@mail.ru*

## **DEVELOPMENT AND ENGINEERING OF SHIP AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR DRAINAGE PUMP**

The material is devoted to the development of a ship-based automated control system for a drainage pump. The flow diagram and its description are presented. The main advantages of the proposed device are proved.

**Key words:** ship survivability, struggle for survivability, ship, pump, automation, controller, sensor, hole, accident.

Водоотливная система судна – это совокупность трубопроводов и насосов для откачки воды, поступающей внутрь судна после устранения полученной пробоины или искусственного затопления помещений с целью предотвращения пожара, а также для откачки трюмной воды в случае выхода из строя осушительного насоса.

Предложенная в данной статье система в большей степени предназначена для своевременного оповещения и начала устранения поступающей внутрь судна забортной воды вследствие пробоины, трещины и т. д. Тем самым затрагивая проблему живучести судна и борьбы за живучесть.

В настоящий момент рыболовный флот Камчатского края сильно устарел. Корпуса судов с каждым годом становятся все тоньше, увеличивая вероятность получения трещин, разошедшихся швов и пробоин. Нынешние способы обнаружения пробоин неэффективны и слишком медлительны, что негативно сказывается на шансах в борьбе за живучесть как судна, так и экипажа.

Живучесть судна – это способность судна противостоять аварийным повреждениям, сохраняя, поддерживая или восстанавливая при этом в возможной мере мореходные качества.

Основные виды аварийных повреждений, как правило, связаны с поступлениями воды в корпус, с пожарами и повреждениями технических средств.

Живучесть судна обеспечивается конструктивными элементами, организационно-техническими мероприятиями, осуществляемыми при эксплуатации, и борьбой за живучесть судна, проводимой экипажем при аварии.

Конструктивные мероприятия проводятся проектными и судостроительными организациями на стадии проектирования и постройки судна с целью обеспечения его живучести.

Организационно-технические мероприятия проводятся экипажем с целью предотвращения поступления воды, возникновения пожаров и аварий технических средств, а также поддержания в исправности и готовности средств, предназначенных для борьбы за живучесть судна.

В момент аварии успех борьбы за живучесть судна в основном определяется высоким моральным духом, хорошей подготовленностью и четкими действиями членов экипажа.

Для увеличения шансов на успешную борьбу за живучесть в данной статье предлагается внедрение системы, основанной на сборе информации с датчиков, расположенных на уровне и ниже уровня ватерлинии, собираемой микроконтроллером и отправляемой на пункт вахтенному помощнику для дальнейшего своевременного устранения пробойны.

### Техническое описание системы

Данный проект заключается в установке необходимого оборудования в помещения на уровне и ниже уровня ватерлинии, в местах с отсутствием высокой влажности и вероятности возникновения конденсата. Установленное оборудование будет посылать сигналы на пункт управления каждую минуту, данный отрезок времени можно менять как в большую, так и в меньшую сторону.



Структура работы водоотливного насоса

Если данное оборудование столкнется с водой, то оно сразу же оповестит вахтенного помощника о вероятной пробойне или трещине. В случае если в данном помещении имеется водооткачивающий насос, то он запустится в автоматическом режиме. Если тревога оказалась ложной и насос начинает гонять воздух, то система реагирует на изменение температуры данного насоса и выключает его, оповещая пункт управления об отсутствии угрозы.

Сложность данного проекта заключается в создании программного кода для большого количества датчиков и устройств, в отладке системы как оповещения, так и прочих вытекающих из этого систем, а также в создании программного обеспечения, графической оболочки для интуитивного и понятного пользования. На данном этапе проект находится на стадии разработки и создания опытных образцов. Первый макет показал положительные результаты и работоспособность данной системы в лабораторных условиях.

В течение всего периода учебы проводились исследования касательно данного вопроса. Начиная с создания проектов по разработке автоматизированной системы полива дачного участка, знакомства с микроконтроллерами и датчиками, программным обеспечением, для того чтобы маленький проект перерос во что-то действительно важное.

### Заключение

Реализация проекта будет способствовать быстрым и своевременным устранением пробоев и трещин, что обеспечит рост безопасности в сфере судоходства.

В ходе дальнейших испытаний будут проводиться тесты, отладка программного кода, постепенное наращивание количества датчиков в помещениях, создание графической оболочки в виде схем для лучшей наглядности, внедрение функций автоматической откачки воды при наличии водооткачивающих насосов в помещениях.

### Литература

1. Труднев С.Ю. Исследование параллельной работы ШИМ-инвертора и однофазной сети // Вестник Гос. ун-та морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 6 (28). – С. 60–67.
2. Труднев С. Ю. Разработка и исследование модели устройства активной защиты генераторного агрегата от кратковременных перегрузок // Вестник Гос. ун-та морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 2. – С. 23–31.
3. Труднев С.Ю., Портнягин Н.Н. Компьютерное моделирование режимов кратковременных перегрузок работы судовой электростанции // 5-я межвуз. науч.-практ. конф. аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России» (14 мая 2014 г.). – СПб., 2014. – С. 154–161.
4. Китаенко Г.И. Справочник судового электротехника. – Л.: Судостроение, 1980. – 456 с.
5. Константинов В.Н. Системы и устройства автоматизации судовых электроэнергетических установок. – Л.: Судостроение, 1972. – 266 с.

УДК 621.313

**В.Л. Мырза, А.А. Марченко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: Marchello21@mail.ru*

## **ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН В ПОСЛЕРЕМОНТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

В данных материалах конференции авторами произведен анализ схемных решений устройств для испытаний асинхронных двигателей, которые получили распространение на судоремонтных заводах.

Авторами было выявлено, что получившие распространение схемы имеют большое количество недостатков. Главным недостатком является низкая энергетическая эффективность и коэффициент полезного действия. Также авторы рассмотрели перспективные варианты решений с указанием их преимуществ и недостатков.

**Ключевые слова:** электрический двигатель, диагностика, электрический ток, мощность, тиристорный преобразователь, преобразователь частоты.

**V.L. Myrza, A.A. Marchenko**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: Marchello21@mail.ru*

## **PROBLEMS OF USING CONVERTERS ON THE BASIS OF ELECTRICAL MACHINES IN POSTREPAIR TESTS OF MARINE SERVICE MOTORS**

The authors have made the analysis of circuit solutions of devices for tests of asynchronous engines which are widespread at the ship-repair plants.

The authors have revealed that the schemes which are widespread have a large number of disadvantages. The main disadvantage is low energy performance and efficiency. Also the authors have considered future-proof solutions with the indication of their advantages and disadvantages.

**Key words:** electric engine, diagnostics, current flow, energy, thyristor converter, frequency converter.

Для испытаний электрических машин необходимо создание режимов, по своим характеристикам близким к эксплуатационным режимам. Основным отличием работы электродвигателей в составе электропривода и электродвигателя в режиме испытаний является наличие нагрузки [1]. Очевиден факт, что многие операции по контролю технического состояния механических узлов машины необходимо измерять в условиях, близких по характеристикам к эксплуатационным условиям. Все вышеперечисленное говорит о необходимости проведения испытаний электрических машин под нагрузкой или в режимах искусственного нагружения. На сегодняшний день методы испытаний можно разделить на две группы: с механической нагрузкой на валу и с динамическим нагружением.

Первая группа методов основана на простом и эффективном способе подключения механической нагрузки, в качестве таких устройств могут применяться дополнительные электрические машины или механические тормоза. Нужно отметить, что данный метод наиболее информативен для проведения диагностических операций. Полученные данные полностью соответствуют эксплуатационному режиму и легко верифицируются. Характеристики, полученные в ходе испытаний второй группы, относятся к эквивалентным методам нагружения и получены в режиме холостого хода. Изменение координат электродвигателей приводит к возникновению дополни-

тельных моментов и нагрузки на валу как следствие. Схемные решения таких установок просты, но характеристики отличаются от нагрузочных. Для получения возможности применения таких методов необходима сложная настройка оборудования, а также сложная обработка полученных данных.

Самым распространенным способом испытаний электродвигателей сегодня является метод с применением нагрузочного резистора без рекуперации электроэнергии.

Схема такого устройства представлена на рис. 1. На схеме к асинхронному электродвигателю (1) присоединяет при помощи механической связи (4) генератор постоянного тока (2). К генератору подключается активный резистор с возможностью изменения сопротивления или группа резисторов (3).

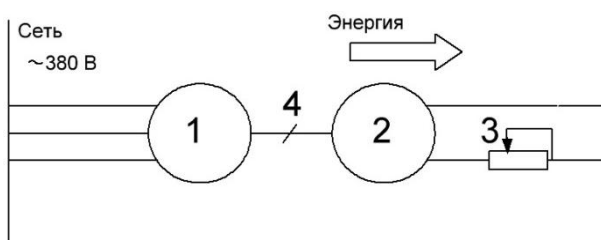


Рис. 1. Схема испытания электродвигателя с активным резистором в качестве нагрузки:  
1 – асинхронный электродвигатель, 2 – генератор постоянного тока, 3 – активный резистор,  
4 – механическое соединение электрических машин

Для испытуемого асинхронного электродвигателя в качестве нагрузки выступает генератор постоянного тока, но нагружение и рассеивание электрической энергии в тепло происходит на активном резисторе.

Представленный метод является простым в своей реализации, но имеет некоторые недостатки.

Механическое соединение электрических машин требует процесс центровки, который является достаточно трудоемким и дорогостоящим.

Несоответствие размеров и большое количество подвергающихся ремонту электрических машин сильно усложняют процесс механического соединения электрических машин. Для этого необходимо использование дополнительного сложного оборудования.

Применение активного переменного резистора в схеме предполагает рассеивание электрической энергии схемы в тепловую энергию. Наряду с существенной потерей энергии на предприятиях, где одновременно проходят испытания множество электродвигателей, существенным недостатком является отсутствие возможности одновременно проводить испытания нескольких электродвигателей на одном стенде.

Более экономичными являются методы с рекуперацией электрической энергией. Чаще всего это электрические схемы с применением нескольких электрических машин, соединенных между собой механическим или электрическим способом. Методы испытаний с использованием электрических машин и взаимным обменом электрической энергией между сетью и электрической машиной требуют, как правило, многократного преобразования энергии и построения сложных систем. Так как электрические машины имеют невысокий коэффициент полезного действия, то применение многомашинных устройств значительно снижает эффективность всей системы.

Очень распространенной схемой испытаний электродвигателей под нагрузкой с обменом энергии между сетью и машиной является система [2], представленная на рис. 2.

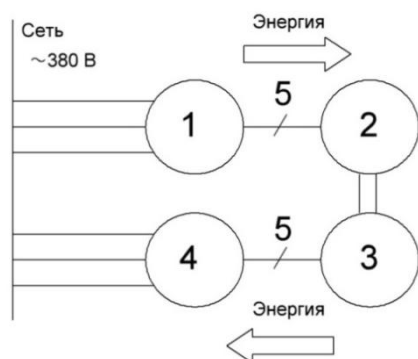


Рис. 2. Схема испытаний с применением механической нагрузки и отдачей электрической энергии в сеть:  
1 – асинхронный электродвигатель; 2 – нагрузочный генератор постоянного тока; двигатель постоянного тока;  
4 – генератор переменного тока; 5 – механическое соединение электрических машин

В основе данного метода преобразование электрической энергии переменного тока, механической энергии, а также энергии постоянного тока в пределах одной схемы.

Схема работает следующим образом. На электродвигатель (1) поступает питание от сети переменного тока. Электродвигатель начинает работу и передает механическую энергию через механическое соединение (5) на генератор постоянного тока (2). Генератор начинает работать и по достижении номинальной частоты питает двигатель постоянного тока (3). В данной связке имеет место передача энергии постоянного тока. Электродвигатель передает механическую энергию на синхронный генератор (4) путем механического соединения (5). Рекуперация электрической энергии в сеть осуществляется через генератор переменного тока. Нужно отметить, что в схеме не указаны обмотки возбуждения электрических машин, которые также требуют дополнительных схемных решений для их питания постоянным током.

Представленный метод является более сложным в своей реализации, и также имеет недостатки.

При использовании схемы на основе нескольких электрических машин с каждой новой машиной, введенной в схему, снижается общий коэффициент полезного действия системы.

Также очень важным показателем являются масса и размер системы. Подобные системы затруднительно применять на судах или цехах с ограниченной площадью.

Упростить схему возможно при использовании методов динамического нагружения, где нагрузка электродвигателя осуществляется за счет избыточной энергии на валу.

В качестве схемного решения может выступать система, представленная на рис. 3. В основе схемы преобразователь частоты, выполненный при помощи связки электрических машин [4]. Изменение частоты выходного напряжения синхронного генератора напрямую зависит от его частоты вращения. Приводной двигатель постоянного тока ДПТ получает питание через тиристорный преобразователь напряжения ТП. Блок коммутации БК может быть выполнен на базе электромеханических реле или на основе полупроводниковых элементов. Метод заключается в понижении частоты питающего напряжения асинхронного электродвигателя с возможностью получения дополнительных моментов на валу и дополнительной мощности как следствие. СГ в данной схеме является сетью пониженной частоты. БК осуществляет переключение с сети с промышленной частотой на сеть с пониженной частотой, АД в таком случае переходит в генераторный режим с отдачей электрической энергии в сеть.

Недостатком этого устройства являются большие размеры, необходимость улучшения качества электрической энергии, сложность алгоритма управления устройством. Данные недостатки напрямую зависят от тиристорного преобразователя и электромашинного преобразователя частоты. Остальным преимуществом является возможность для нагружения асинхронных электродвигателей большой мощности, но главным преимуществом является экономичность и беспрепятственная рекуперация электрической энергии.

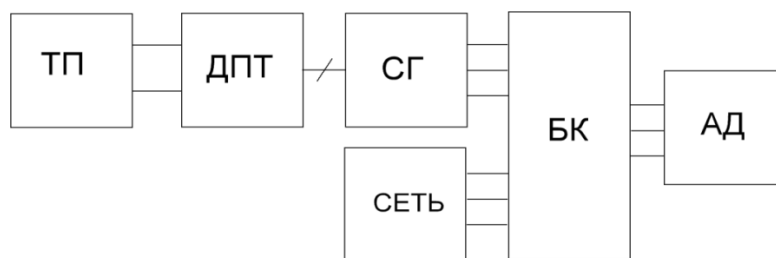


Рис. 3. Схема с электромашинным преобразователем:

ТП – тиристорный преобразователь напряжения, ДПТ – двигатель постоянного тока, СГ – синхронный генератор, БК – блок коммутации, АД – асинхронный электродвигатель

Из всего вышесказанного возможно сделать некоторые выводы. Стенды на основе активного резистора нашли применение из-за своей простоты, но существенные недостатки не позволяют их использовать на крупных предприятиях из-за высоких массагабаритных показателей и низкой энергетической эффективности. Схемы с возможностью рекуперации на основе электрических машин имеют низкий коэффициент полезного действия. Комбинированные схемы, сочетающие в себе преобразователь частоты на основе электрических машин и возможность рекуперации, имеют больше преимуществ. Данные решения имеют менее сложную конструкцию, высокую

степень ремонтпригодности, не обязывают проводить центровку электрических машин с применением дополнительного оборудования, а также являются экономичными из-за возможности беспрепятственного возврата электрической энергии в сеть.

### Литература

1. *Жерве Г.К.* Промышленные испытания электрических машин. – 4-е изд. – Ленинград: Энергоатомиздат, 1984. – С. 351–354.
2. *Голдберг О.Д.* Испытание электрических машин: Учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2000. – С. 164–166.
3. *Портнягин Н.Н., Марченко А.А.* Диагностика асинхронных двигателей при помощи современных преобразователей частоты // Комплексное обеспечение региональной безопасности: Сб. тр. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – С. 35–38.
4. *Портнягин Н.Н., Марченко А.А., Ушакевич А.А.* Разработка методов технического диагностирования асинхронного двигателя // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 29–32.

УДК 639.2.081.7

**А.А. Недоступ, А.О. Ражев**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236022  
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

## **ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РЫБОПОИСКОВЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИМИТАЦИИ**

В данной статье описаны основные характеристики и принципы функционирования таких рыбопоисковых приборов, как траловый зонд, эхолот и гидролокатор на примере тралового зонда FURUNO CN-14, многочастотного эхолота Simrad ES60 и гидролокатора одновременного кругового обзора Simrad SR240.

**Ключевые слова:** траловый зонд, кошельковый невод, эхолот, гидролокатор.

**A.A. Nedostup, A.O. Raghev**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236022  
e-mail: nedostup@klgtu.ru*

## **REVIEW OF MODERN FISH FINDERS FOR COMPUTER IMITATION PROBLEMS**

This article describes the main characteristics and principles of operation of such fish finders as a trawl probe, an echo sounder and a sonar using the example of the FURUNO CN-14 trawl probe, the Simrad ES60 multi-frequency echo sounder and Simrad SR240 simultaneous circular sonar.

**Key words:** trawl probe, purse seine, echo sounder, sonar.

Рассмотрим принцип функционирования и общие параметры траловых зондов. Траловый зонд предназначен для визуализации процесса тралового лова. В процессе работы зонд передает информацию по каналу связи о своем положении относительно дна и поверхности водоема, видеоинформацию о раскрытии устья трала и заходе объекта лова в трал. Для определения границ объектов зонд использует эхолокацию.

На примере тралового зонда FURUNO CN-14A [1] указанная информация отображается на цветном дисплее размером 14". Кроме этого на дисплее в виде цветовой шкалы также отображается мощность эхо-сигналов от объекта лова, поверхности и дна водоема, и нижней подборы трала. Зонд имеет четыре режима визуализации гидроакустической информации по верхнему и нижнему направлению зондирования.

Основные характеристики FURUNO CN-14A: частота каналов зондирования – 75 кГц; частота канала связи – 50 кГц; ширина направленности антенн – 28°; длительность зондирующего импульса – 1 мс; диапазоны эхолота верхнего направления – 10, 60, 120, 180, 280, 400, 500 и 600 м, нижнего – 5, 10, 20, 40, 60, 120, 180 и 400 м с шагом в 1 м; минимальная глубина погружения подводного блока – 10 м, максимальная – 1800 м.

Рассмотрим принцип эхолокации [2]. Во время работы излучатель периодически посылает в водную среду мощные кратковременные звуковые сигналы определенной частоты. Объекты, находящиеся на пути звуковой волны, отражают ее. По мере распространения волны ко дну и ее отражения обратно плотность энергии волны уменьшается. При отражении от дна водоема либо от большого косяка рыб зависимость площади покрытия волны от пройденного ею пути квадратична. Считается, что волна распространяется по закону  $VARU 20\log R$  (см. рис. 1, слева).

При отражении волны от отдельно стоящих рыб зависимость другая. Отраженная от поверхности дна волна на пути к рыбе так же, как и от излучателя до дна, распространяется по квадратичному закону. При достижении волной рыбы ее плавательный пузырь рассеивает



поступающую энергию, превращая рыбу в своего рода ретранслятор. При обратном прохождении от рыбы до приемника рассеянная волна так же, как и от излучателя, распространяется по квадратичному закону. В общей сложности волна от излучателя до приемника распространяется по закону четвертой степени  $ВАРУ\ 40\log R$  (см. рис. 1, справа).

В разных средах скорость распространения звуковых волн различна и зависит от температуры и давления среды. В морской воде скорость распространения также зависит от солености. Например, на мелководье скорость обычно находится в пределах от 1440 до 1520 м/с, а на глубине 1000 м ее значение может увеличиваться до 1480 м/с. В реках и пресных озерах скорость распространения приблизительно 1430 м/с.

При распространении звуковой волны ее мощность также уменьшается из-за потерь вследствие поглощения, которые в соленой воде значительно больше, чем в пресной и зависят от частоты волновых колебаний. При увеличении частоты потери увеличиваются. Например, при частоте 38 кГц поглощение составляет 0,5 дБ/км в пресной воде и 10 дБ/км в соленой, а с увеличением частоты до 200 кГц поглощение увеличивается до 10 дБ/км в пресной и до 50 дБ/км в соленой воде.

С учетом вышесказанного для компенсации энергетических потерь эхолот должен определять характеристики водной среды в текущий момент времени.

Отраженный от поверхности пологого дна сигнал, доходящий до приемника эхолота имеет такие же параметры по длительности и частоте, как и исходящий от излучателя, но ослаблен по мощности (см. рис. 2, слева). В случае наклонного дна эхосигнал имеет увеличенную длительность импульса с более пологим фронтом и спадом. Это связано с тем, что доходящая до дна звуковая волна доходит до точки отражения *A* (см. рис. 2, справа) раньше, чем до точки *B*. В большинстве случаев дно представляет собой сочетание слоев с различными свойствами (глина, ил, песок и др.). Из-за такой неравномерности дно отображается в виде цветных полос на дисплее.

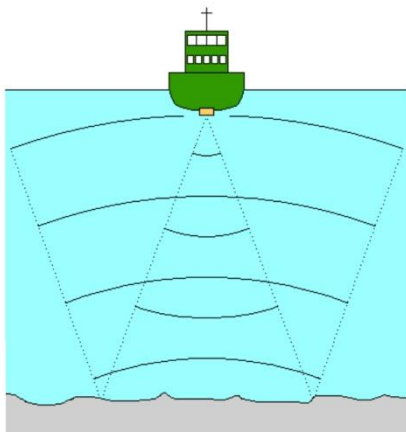


Рис. 1. Принципы распространения звуковой волны

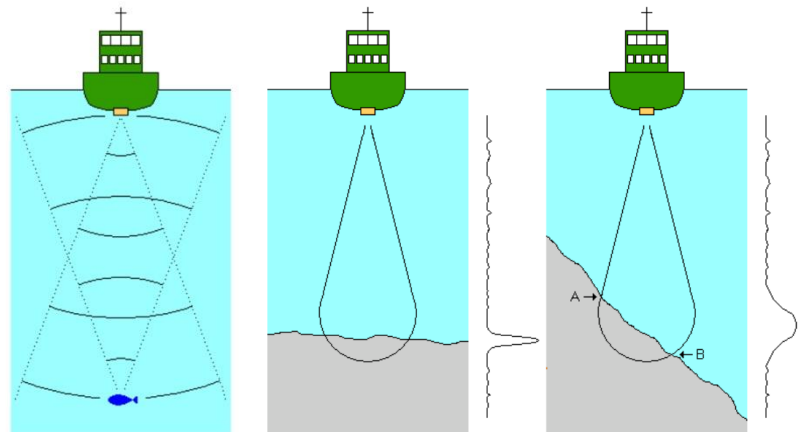


Рис. 2. Донный эхосигнал

Эхолот Simrad ES60 [3] разработан специально для промышленного рыболовства с внедрением новаторских технических решений. В Simrad ES60 используется до четырех каналов с частотным диапазоном от 12 кГц до 200 кГц. Эхолот может отображать три вида эхограмм: с привязкой к поверхности, донное расширение и траловая. Поддерживаются три режима усиления: для дна ( $20\log R\ ВАРУ$ ), для косяка рыбы ( $20\log R\ ВАРУ$ ) и для одиночной рыбы ( $40\log R\ ВАРУ$ ). Значениям мощности приходящего сигнала ставятся в соответствие цвета по 12-цветной шкале. На каждый цвет приходится изменение мощности на 3 дБ. Simrad ES60 работает в режимах «Ручное управление», «Автоматический выбор диапазона» или «Автоматический выбор начала» на глубинах от 5 до 15000 м и имеет регулируемую частоту импульсов (до 10 имп./с). Эхолот имеет программный модуль обнаружения дна с перестраиваемыми диапазоном глубин и развертки.

Алгоритм обнаружения дна программный, работает независимо в каждом канале и рассчитан на работу в условиях скачкообразных изменений глубины, исключая ложные обнаружения дна при прохождении плотного косяка рыбы. Для увеличения надежности работы эхолота алгоритм блокирует и не отображает показания глубины с недостаточной точностью обнаружения.

При недостаточной точности на дисплей выводится нулевое значение глубины. При многослойной структуре дна алгоритм работает по границе вода-грунт.

Поясним работу алгоритма обнаружения дна по рис. 2. Во время работы анализируется и захватывается самый ранний достаточной мощности эхосигнал. Для наклонного дна волна, отраженная от точки *A*, придет раньше, чем волна, отраженная от дна вдоль оси акустического преобразователя. Поэтому фиксируется глубина в точке *A*, которая меньше глубины вдоль оси акустического преобразователя, тем самым автоматически увеличивается надежность.

Для оценки распределения по размеру отдельных рыб в эхолоте Simrad ES60 используется метод расщепленного луча. Данный метод определяет координату рыбы внутри луча, внося поправку на разницу в чувствительности преобразователя для расчета размера рыбы.

Акустический преобразователь с расщепленным лучом разделен на четыре квадранта, возбуждающиеся параллельно во время излучения. Сигналы от квадрантов усиливаются в четырехканальном согласованном приемнике. Волновой фронт распространяется по направлению к преобразователю и достигает квадрантов в разное время. Таким образом происходит сдвиг фаз выходных сигналов квадрантов, по которому определяется направление эхосигнала. Продольный угол рассчитывается по разнице фаз между носовой и кормовой половинами акустического преобразователя, а поперечный угол – по сигналам правого и левого бортов.

Рассмотрим случай, когда рыба *A* расположена на оси акустического преобразователя, где он имеет максимальную чувствительность, а рыба *B* расположена у края луча, где чувствительность меньше. Эхосигнал от рыбы *A* будет сильнее, чем от рыбы *B*, даже если они одного размера и находятся на одной глубине. Следовательно, определение размера рыбы только на основании интенсивности эхосигнала не принесет желаемого результата.

В случае если эхосигналы принимаются одновременно от нескольких рыб с разных мест, фаза сигналов будет случайной, а определение размера рыбы внутри косяка – ненадежным. Поэтому данный метод пригоден только для эхосигналов, поступающих от одиночных рыб.

Необходимые настроечные параметры эхолота также выбираются исходя из солености воды. В соленой воде затухание очень быстро увеличивается с ростом частоты. Для обеспечения максимального диапазона наблюдения необходимо понижать рабочую частоту, увеличивать размер акустического преобразователя и мощность излучения.

Типовые диапазоны наблюдения эхолота Simrad ES60 представлены на рис. 3. Используя акустический преобразователь Simrad 27-26/21 (27 кГц, 10×13 градусов, 3000 Вт), можно наблюдать треску длиной 60 см на глубине до 800 м, а режим обнаружения дна работает до 3800 м. А при использовании акустического преобразователя Simrad 200-7F (200 кГц, 7×7 градусов, 1000 Вт) можно наблюдать такую же треску только до глубины 260 м, а обнаружение дна становится ненадежным при глубинах более 500 м.

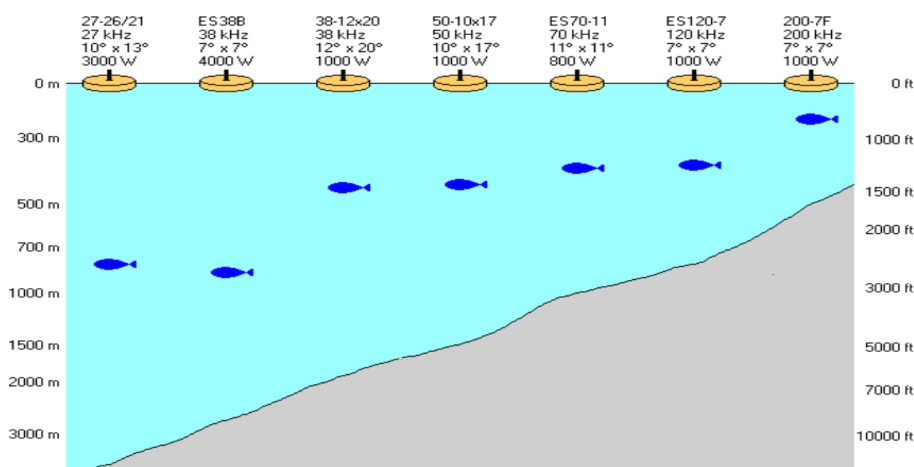


Рис. 3. Типовые диапазоны наблюдения

Приведенные расчеты диапазонов предполагают нормализованные значения солености (3,5%) и температуры (+10 °C) морской воды, усредненное дно (сила обратного поверхностного рассеяния = -20 дБ) и уровень шума, типичный для движущегося судна.

Рассмотрим работу гидролокатора на примере Simrad SR240 [4], который снабжен сферической антенной. Данный тип антенн обеспечивает сканирование подводной обстановки с любого направления нижней полусферы. Simrad SR240 для обеспечения большей наглядности снабжен цветным монитором диагональю 20" и разрешением 512×680 точек, звуковой индикацией и имеет множество гибких в управлении и настройке режимов работы.

На рис. 4 изображена главная панель управления гидролокатором. Все органы управления разбиты на девять групп.

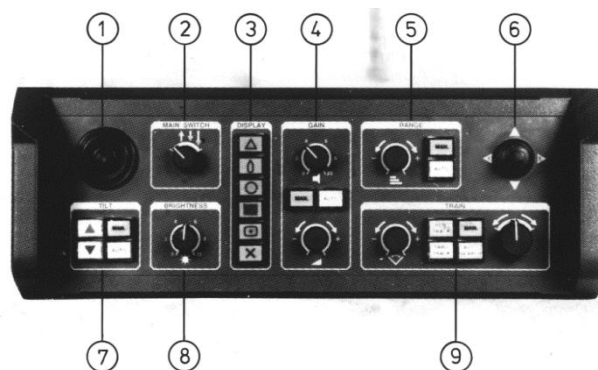


Рис. 4. Главная панель гидролокатора Simrad SR240:

1 – позиционер указателя; 2 – выключатель; 3 – управление режимами дисплея; 4 – регуляторы усиления; 5 – управления диапазоном; 6 – навигация по меню; 7 – управление наклоном; 8 – яркость; 9 – управление наведением

Основные характеристики гидролокатора: рабочая частота 23,75 кГц; диапазон от 200 до 6400 м; максимальная дальность обнаружения объектов до 3000 м; направленность  $12^\circ \times 12^\circ / 12^\circ \times 360^\circ$ ; электронный наклон веера направленности от  $+10^\circ$  до  $-90^\circ$ ; максимальное углубление антенны ниже корпуса судна 1,2 м; максимальная скорость судна при максимальном углублении антенны до 15 узлов.

При отображении мощности принимаемого сигнала сопоставляется цветовая шкала, состоящая из 32 цветов. В секторе от  $11^\circ$  до  $99^\circ$  (с ориентацией в любом азимутальном направлении) визуализация дублируется звуковой индикацией тональностью от 689 до 1033 Гц.

Ниже перечислены режимы представления водной среды района промысла ниже и вокруг корпуса судна.

1. В режиме «**Нос вверх**» судно находится по центру экрана носом вверх. При этом промысловая ситуация отображается с углом охвата 360 градусов в заданном радиусе. Учитываются вектора скорости и перемещения судна и объектов наблюдения.

2. В режиме «**Север вверх**» судно находится по центру экрана. Север находится вверху экрана. Промысловая ситуация отображается с углом охвата 360 градусов в заданном радиусе. Учитываются вектора скорости и перемещения судна и объектов наблюдения. На экране объекты наблюдения и судно дополняются информацией с линиями их курса, внизу отображаются значения курса и скорости судна, дата и время.

3. В режиме «**Истинное движение**» карта неподвижна относительно экрана, север вверху экрана, судно и объекты наблюдения перемещаются по экрану.

4. В режиме «**180° по горизонту / аудио канал**» экран по вертикали разделен на две части. В верхней части визуализируется сектор с углом охвата 180 градусов по носу судна. В нижней части отображаются осциллограммы записи сигналов аудиоканала в заданном масштабе времени и мощности. Этот режим может использоваться для детектирования слабых сигналов на фоне вибрации, реверберации или шума.

5. Режим «**180° по горизонту / эхолот**» аналогичен предыдущему за исключением того, что нижняя часть используется для записи информации, поступающей поочередно с эхолота и гидролокатора.

6. Режим «**180° по горизонту / 180° по вертикали**» аналогичен предыдущему за исключением того, что нижняя часть используется для визуализации информации в вертикальном разрезе.

7. Режим «**270° по горизонту / 90° по вертикали**» предназначен для кошелькового лова. Половина вертикального разреза отображается в нижней левой (при замете по правому борту)

или нижней правой (при замете по левому борту) части горизонтального разреза (рис. 5). Данный режим позволяет определить пространственные геометрические характеристики косяка рыбы, его положение относительно дна. На рис. 5 на горизонтальном разрезе видны очертание невода, линия курса цели и судна, а на вертикальном – представление косяка рыбы и дна водоема. Нижняя штриховая линия определяет глубину погружения невода.

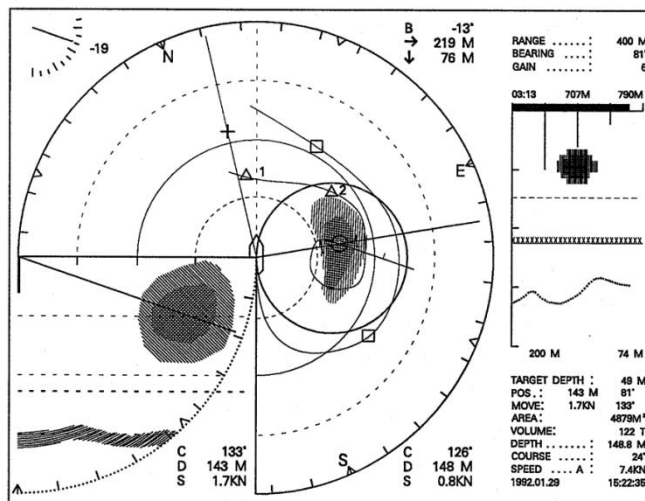


Рис. 5. Режим «270° по горизонту / 90° по вертикали» при лове кошельковым неводом

8. Режим «Круговой обзор / 180° по вертикали» предназначен для лова тралом. В верхней части экрана представлен горизонтальный, а в нижней – два вертикальных разреза (рис. 6). Левый вертикальный разрез привязан к тралу, а правый – к косяку рыбы. На вертикальном разрезе штриховыми линиями изображено вертикальное раскрытие устья трала.

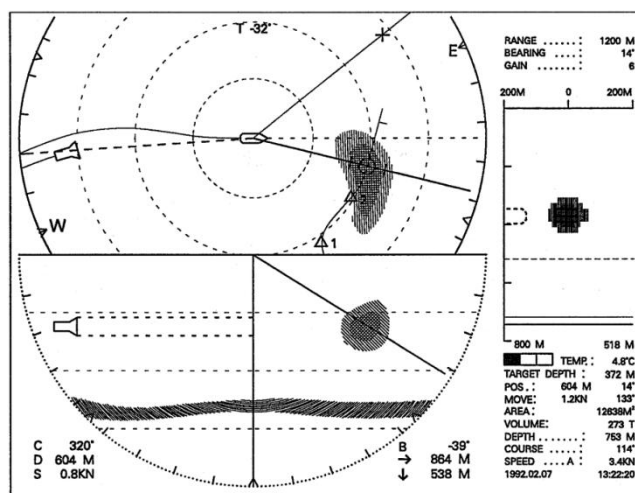


Рис. 6. Режим «Круговой обзор / 180° по вертикали» при траловом лове

9. Режим «Круговой обзор / 90° по вертикали / эхолот» аналогичен предыдущему за исключением того, что в нижней части экрана вместо вертикального разреза с привязкой к тралу отображается осциллограмма записи сигналов эхолота, помогающая уточнить глубину и определить геометрические характеристики косяка рыбы под судном в случае отклонения луча гидролокатора из-за рефракции.

В Российской Федерации разработкой компьютерных имитаторов рыбопоисковых приборов занимаются «Транзас» [5], КБМЭ «Вектор» [6], ФГБОУ ВО «КГТУ» и другие.

### Литература

1. URL: [https://www.furunousa.com/-/media/sites/furuno/document\\_library/documents/manuals/operation\\_manuals/cn14a\\_cn14b\\_operators\\_manual\\_g\\_\\_12596.pdf](https://www.furunousa.com/-/media/sites/furuno/document_library/documents/manuals/operation_manuals/cn14a_cn14b_operators_manual_g__12596.pdf) (открытый доступ).
2. URL: [https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/476DD263FD01A618C12570D100630F2B/\\$file/160970ah\\_es60\\_reference\\_manual\\_english.pdf?OpenElement](https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/476DD263FD01A618C12570D100630F2B/$file/160970ah_es60_reference_manual_english.pdf?OpenElement) (открытый доступ).
3. URL: [https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/2A7E3EE2EA142377C12571D8004E68F/\\$file/305466aa\\_es60\\_marine\\_computer\\_prod\\_spec\\_english.pdf?OpenElement](https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/2A7E3EE2EA142377C12571D8004E68F/$file/305466aa_es60_marine_computer_prod_spec_english.pdf?OpenElement) (открытый доступ).
4. URL: [https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/E7B6815A0EF8073AC12570E6002A3A7D/\\$file/043893ab\\_SR240\\_Operator\\_manual\\_English.pdf?OpenElement](https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/E7B6815A0EF8073AC12570E6002A3A7D/$file/043893ab_SR240_Operator_manual_English.pdf?OpenElement). (открытый доступ).
5. URL: <http://www.transas.ru/products/simulation/navigational-simulators/NTPROFishing> (открытый доступ).
6. URL: <https://studfiles.net/preview/3565432/> (открытый доступ).

УДК 556.38(571.66)

**Б.А. Опрышко, А.В. Головин, А.Л. Шумилова**

*Камчатский водоканал,  
Петропавловск-Камчатский, 683009  
e-mail: BAOpрыshko@pkvoda.ru*

## **РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

В статье описываются научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию системы автоматизированного мониторинга на месторождениях питьевых подземных вод Камчатского края. Показаны результаты совместной работы КГУП «Камчатский водоканал» и кафедры «РЭС» Камчат-ГТУ по автоматизации режимных наблюдений на месторождениях питьевых подземных вод.

**Ключевые слова:** наблюдательная скважина, мониторинг, месторождение, полезная модель, подземные воды, антропогенное воздействие.

**B.A. Opryshko, A.V. Golovin, A.L. Shumilova**

*Kamchatsky Vodokanal,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009  
e-mail: BAOpрыshko@pkvoda.ru*

## **DEVELOPMENT OF MONITORING SYSTEM FOR UNDERGROUND DRINKING WATER DEPOSITS IN THE KAMCHATKA REGION**

The article introduces research and development on the automated monitoring system for the underground water deposits in the Kamchatka region. The results of joint activities of the enterprise “Kamchatsky vodokanal” and Electrical and Radio Equipment of Ships Chair of Kamchatka State Technical University in monitoring underground water deposits are shown.

**Key words:** observation hole, monitoring, deposit, useful model patent, underground water, human impact.

Одним из приоритетных направлений развития водохозяйственного комплекса Российской Федерации в долгосрочной перспективе является развитие системы мониторинга водных объектов и водохозяйственных систем, совершенствование систем прогнозирования и информационного обеспечения [1].

Необходимо обеспечивать полноту геологического изучения, рационального комплексного использования и охраны недр, проводить опережающее геологическое изучение недр, обеспечивающее достоверную оценку запасов полезных ископаемых [2].

В процессе эксплуатации водозаборных сооружений подземных источников водоснабжения недропользователю необходимо вести систематические наблюдения за состоянием источника водоснабжения [3].

Для совершенствования мониторинга подземных вод необходимо развитие научных основ мониторинга водных объектов, в том числе:

- использование автоматизированных средств учета ресурсов и запасов подземных вод;
- оптимизация опорной наблюдательной сети [4].

В 1990 г. действующая в СССР международная гидрологическая программа мониторинга водных объектов прекратила свое существование. В последующие годы наблюдения за режимом подземных питьевых вод носили эпизодический или целевой характер. Большинство месторождений питьевых подземных вод камчатского полуострова и Командорских островов не наблюдались или наблюдались сезонно, учитывая суровые климатические условия Камчатки.

В 2012 г. при организации мониторинга Быстринского месторождения питьевых подземных вод и снижения затрат на его проведение потребовалась оптимизация наблюдений. Для этого в период с 2012 по 2016 гг. разработаны, испытаны и запатентованы шесть моделей оголовков для наблюдательных скважин [5–10]. Конструктивные особенности оголовков позволяют оперативно подключать различные измерительные приборы для регистрации гидрогеологических характеристик подземных вод и обеспечивают качественный отбор проб воды на химический анализ.

В 2014 г. специалистами «Петропавловского водоканала» в сотрудничестве с кафедрой «РЭС» КамчатГТУ проведена частичная автоматизация процедуры режимных наблюдений, доказавшая свою эффективность [11, 12]. Эффективность результатов автоматизации мониторинга питьевых подземных вод Быстринского месторождения стала обоснованием для приобретения дополнительной партии автономных датчиков-регистраторов. В 2015 г. частично автоматизированы наблюдения на Елизовском и расширена наблюдательная сеть на Быстринском месторождениях ППВ.

Для обеспечения рационального использования и охраны подземных водных ресурсов, творческим коллективом «Камчатского водоканала» и КамчатГТУ разработаны научно-технические мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций экологического характера на месторождениях питьевых подземных вод Камчатского края. Разработаны, внедрены и запатентованы оголовки для самоизливающихся скважин месторождений подземных вод, позволяющие предотвращать неконтролируемые изливы воды из аварийных скважин, приводящие к истощению водных ресурсов, деградации почв вследствие водной эрозии и заболачивания [9, 10]. Внедрение оголовков проведено на аварийных поисково-разведочных скважинах Быстринского месторождения питьевых подземных вод. Предотвращены неконтролируемые изливы воды, в объеме 155 л/с (13 415 м<sup>3</sup>/сут).

В 2017 г. запланирована установка автономных датчиков-регистраторов на водозаборе питьевых подземных вод села Никольское (о. Беринга) и на месторождении питьевых подземных вод «Амшарик» Мильковского сельского поселения.

### Литература

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.
2. Закон о недрах: Федеральный закон от 21. 02. 1992 г. № 2395-1.
3. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации. МДК 3-02.2001. Утв. Приказом Госстроя России от 30.12.99 г. № 168 / Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. – М., 2000.
4. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г. № 1235.
5. Оголовок наблюдательной самоизливающейся скважины: Пат. 133189 Рос. Федерация / Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, О.А. Белавина; Заявка № 2013109450/03; заявл. 04.03.2013. – Оpubл. 10.10.2013, Бюл. № 28.
6. Оголовок наблюдательной скважины с переменным статическим уровнем: Пат. 139322 Рос. Федерация / Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, О.Е. Петренко, О.А. Белавина; Заявка № 2013152504/03; заявл. 26.11.2013. – Оpubл. 10.04.2014, Бюл. № 10.
7. Оголовок наблюдательной самоизливающейся скважины: Пат. 145347 Рос. Федерация / Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, О.Е. Петренко, О.А. Белавина, Д.В. Коростылёв; Заявка № 201411825703; заявл. 04.03.2013. – Оpubл. 20.09.2014, Бюл. № 26.
8. Оголовок наблюдательной скважины со статическим уровнем ниже поверхности земли: Пат. 154509 Рос. Федерация / Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, О.Е. Петренко, О.А. Белавина, А.Ю. Бессонов; Заявка № 20141150807; заявл. 15.12.2014. – Оpubл. 27.08.2015, Бюл. № 26.
9. Оголовок для аварийной наблюдательной самоизливающейся скважины: Пат. 159851 Рос. Федерация / Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, О.Е. Петренко, А.П. Лях, О.А. Белавина; Заявка № 2015131585/03; заявл. 29.07.2015. – Оpubл. 20.02.2016, Бюл. № 5.

10. Оголовок наблюдательной самоизливающейся скважины: Пат. 164052 Рос. Федерация / *Б.А. Опрышко, В. А. Швецов, А.П. Лях, А.Б. Опрышко, О. А. Белавина*; Заявка № 2016108412/03; заявл. 09.03.2016. – Оpubл. 20.08.2016, Бюл. № 23.

11. *Опрышко Б.А.* Оптимизация сети наблюдательных пунктов для изучения режима питьевых подземных вод Быстринского месторождения / *Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, Ю.Н. Фиронов, Д.А. Цыганов, О.А. Белавина* // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. (24–26 марта 2015 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – Ч. I. – С. 115–118.

12. *Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А.* // Повышение эффективности мониторинга подземных пресных вод Быстринского месторождения // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. (22–24 марта 2016 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – Ч. II. – С. 117–119.



УДК 556.38.04(571.66)

**Б.А. Опрышко<sup>1</sup>, Ю.Н. Фиронов<sup>1</sup>, В.А. Швецов<sup>2</sup>, О.А. Белавина<sup>2</sup>, М.П. Гузь<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Камчатский водоканал,  
Петропавловск-Камчатский, 683009;*  
<sup>2</sup>*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru*

### **О ПРОБЛЕМЕ ИСТОЩЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПОДЗЕМНЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОД В КАМЧАТСКОМ КРАЕ**

Рассмотрены причины снижения дебита скважин водозабора «Центральный», который используется для водоснабжения села Мильково Камчатского края. Приводится обоснование выбора участка «Амшарик» Мильковского месторождения питьевых подземных вод в качестве источника водоснабжения села Мильково.

**Ключевые слова:** водоснабжение, скважина, дебит, насос, водоносный комплекс, самоизлив, водозабор, мониторинг, энергетическая эффективность.

**B.A. Opryshko<sup>1</sup>, U.N. Fironov<sup>1</sup>, V.A. Shvetsov<sup>2</sup>, O.A. Belavina<sup>2</sup>, M.P. Guz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Kamchatsky Vodokanal,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009;*  
<sup>2</sup>*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru*

### **ABOUT THE ISSUE OF DEPLETION OF UNDERGROUND SOURCES OF DRINKING WATER IN THE KAMCHATKA KRAI**

The reasons for reducing flow rate of the water well "Central", which is used for water supply in the village of Milkovo in the Kamchatka Krai are considered. The rationale for the site selection "Amsharik" of the Milkovo deposit of underground drinking water as a water source in the village of Milkovo.

**Key words:** water supply, well, flow rate, pump, aquifer system, well spring, water intake, monitoring, energy efficiency.

#### **Введение**

Водное законодательство рассматривает водные объекты в качестве основы жизни и деятельности человека [1].

Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года рассматривает обеспечение гарантированного доступа населения России к качественной питьевой воде как задачу общегосударственного масштаба [2].

Паспорт Государственной программы Камчатского края «Энергоэффективность, развитие энергетики и коммунального хозяйства...» и его подпрограмма «Чистая вода в Камчатском крае» ставят задачу по обеспечению населения Камчатского края питьевой водой, соответствующей требованиям санитарного законодательства и рациональному использованию водных объектов [3].

Согласно Водной стратегии РФ и программе «Чистая вода в Камчатском крае» [2, 3], основными проблемами водоснабжения являются загрязнение и истощение питьевых подземных вод. Рассмотрим эту проблему на примере с. Мильково Камчатского края.

В с. Мильково проживают 8 251 человек. Групповой подземный водозабор «Центральный» (участок «Амшарикский-1» Мильковского месторождения питьевых подземных вод), располагается в зоне застройки с. Мильково и состоит из пяти разведочно-эксплуатационных скважин. Расположение разведочно-эксплуатационных скважин в с. Мильково представлено на рисунке.



Расположение разведочно-эксплуатационных скважин в селе Мильково Камчатского края

### Существующие проблемы источника централизованного водоснабжения села Мильково

Действующий водозабор способен выдать не более 1 608 м<sup>3</sup>/сут воды. Нормативное водопотребление на одного человека 200 л воды в сутки (общий объем нормативного водопотребления 1 719 м<sup>3</sup>/сут). Таким образом, суточный дефицит воды составляет 111 м<sup>3</sup>. При этом отмечается устойчивое снижение дебита скважин. Две скважины водозабора «Центральный» выведены из эксплуатации по причине значительного снижения дебита и ухудшения качества воды.

С декабря 2016 г. КГУП «Камчатский водоканал» принял в эксплуатацию системы водоснабжения Мильковского района.

Специалистами предприятия была проведена оценка состояния водозаборных сооружений с. Мильково и выявлены следующие проблемы:

1. Частые поломки водоподъемного оборудования – скважинных насосов.
2. Подземные воды соответствуют требованиям, предъявляемым для питьевого водоснабжения, но содержат песок, превышающий количество (свыше 50 г на 1 м<sup>3</sup>) для безопасной работы погружных скважинных насосов.
3. Устойчивое снижение дебита скважин водозабора «Центральный», вызванные кольматацией водоприемных фильтров.
4. Эпизодическое ухудшение качества добываемой воды по показателю мутности.
5. Подъем воды осуществляется наземными насосами, отличающимися низким КПД работы.
6. Две скважины водозабора выведены из эксплуатации.
7. Отсутствуют режимные наблюдения за состоянием добываемых подземных вод.

### Перспективный источник водоснабжения села Мильково

Возникший в 2017 г. дефицит воды для водоснабжения с. Мильково покрывается за счет подачи воды с перспективного участка «Амшарик» Мильковского месторождения питьевых подземных вод. Лицензию на пользование недрами КГУП «Камчатский водоканал» получил в апреле 2017 г. с целью добычи подземных вод для питьевого водоснабжения населения и технологического обеспечения водой объектов промышленности с. Мильково в Камчатском крае в объеме до 5 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Участок «Амшарик» Мильковского месторождения питьевых подземных вод находится в Мильковском районе Камчатского края и расположен на северо-западной окраине с. Мильково в междуречье рек Амшарик и Мильковка (рис. 1). Поисково-разведочные работы были выполнены Быстринской партией Паратунской гидрогеологической экспедиции ГГП «Камчатгеология» в период с июля 1991 по май 1992 гг. [4].

Для эксплуатации перспективного водозабора «Амшарик» выбрана нижняя часть водообильного комплекса (aQI) ниже-среднечетвертичных аллювиально-озерных отложений (ниже глубины 120 м), представленная гравийно-галечными отложениями, заполненными крупным и средним песком, имеющими наилучшие фильтрационно-емкостные свойства. Ниже глубины 120 м в горных породах содержится минимальное количество суглинистых заполнителей и илистых песков, поэтому отсутствует риск механической кольматации фильтров.

При организации нового водозабора необходимо учитывать требования программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности, предъявляемые к организациям коммунального комплекса, в отношении которых в соответствии с законодательством Российской Федерации осуществляется регулирование цен (тарифов) [5].

Скважины водозабора «Амшарик» расположены на семь метров выше комплекса водопроводных сооружений (резервуар чистой воды, водопроводная насосная станция 2-го подъема). Скважины с избыточными напорами от плюс 3,11 до плюс 6,6 м [6]. При подаче воды потребителю основное количество электроэнергии расходуется на преодоление высот при значительной протяженности водопроводных сетей. Минусовая геодезия при подаче воды в Мильково с водозабора «Амшарик» позволит вывести из эксплуатации скважинный водозабор «Центральный» и существенно снизить расход электроэнергии. На сегодняшний день расход электроэнергии, затрачиваемый на круглосуточный подъем воды электронасосами из пяти скважин, составляет 25 кВт/ч (600 кВт/сут).

С перспективного участка «Амшарик» будут использоваться два способа подачи воды – самотечным (при минимальном расходе воды) и насосами при среднем и максимальном водопотреблении. По графику неравномерности расхода воды в течение суток определяем три режима работы водозабора «Амшарик»: максимальный режим работы (два скважинных насоса), средний режим (два скважинных насоса работают от преобразователей частоты оборотов электродвигателей), минимальный режим (вода поступает в резервуары чистой воды самотеком).

Энергетическая эффективность при эксплуатации перспективного участка месторождения питьевых подземных вод по сравнению с действующим водозабором указана в таблице.

Таблица

Сравнение расхода электроэнергии при эксплуатации действующего водозабора «Центральный» и перспективного водозабора «Амшарик» в селе Мильково Камчатского края

Расход электроэнергии			
	Действующий водозабор «Центральный», кВт	*Перспективный водозабор «Амшарик», кВт	Экономия, кВт
Количество насосов, шт	4	2	
Суммарная мощность, кВт/ч	25	34	
Сутки	600	384	216
Месяц	18 000	11 520	6 480
Год	216 000	138 240	77 760

\*100% – 34 кВт (5 часов), 70% – 9 часов, самотечный режим (без насосов) 10 часов.

### Выводы

Ввод в эксплуатацию перспективного водозабора «Амшарик» позволит обеспечить население с. Мильково питьевой водой, соответствующей требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода», в необходимом объеме.

Особенности местоположения водозабора (минусовая геодезия) и избыточные напоры в скважинах позволят подавать воду в резервуары чистой воды в самотечном режиме до десяти часов в сутки, обеспечивая экономию электроэнергии до 216 кВт/сут (77 760 кВт/год).

### Литература

1. Водный Кодекс: Федеральный Закон № 74-ФЗ от 03.06.2006.
2. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 г.: Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1235-р. от 27 августа 2009 г.
3. Государственная программа Камчатского края «Энергоэффективность, развитие энергетики и коммунального хозяйства, обеспечение жителей населенных пунктов Камчатского края коммунальными услугами и услугами по благоустройству территорий на 2014–2018 годы» (в ред. Постановления Правительства Камчатского края от 30.04.2014 № 204-П)
4. Отчет о результатах детальных поисков для водоснабжения с. Мильково с предварительной разведкой участка «Амшарик», проведенных в 1991–1992 гг. (с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 1.08.1992 г.) / *В.В. Печенюк, В.Г. Охапкин*; Комитет Российской Федерации по геологии и использованию недр. Комитет по геологии и использованию недр Камчатской области. Государственное геологическое предприятие «Камчатгеология». Паратунская гидрогеологическая экспедиция.
5. О порядке установления требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности: Постановление Правительства РФ от 15 мая 2010 г. № 340 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 16.05.2014 № 452, от 27.09.2016 № 971).
6. Отчет по пересчету запасов питьевых подземных вод участка «Амшарик» Мильковского месторождения ППВ по результатам опытно-промышленной эксплуатации 2012–2014 гг. (по состоянию на 01.11.2014 г.) / *И.Н. Чебыкин*; Российская Федерация. Общество с ограниченной ответственностью «Недра».

УДК 639.211

**Е.В. Осипов**

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет  
Владивосток, 690087*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫСЛА ЛОСОСЕВЫХ**

В работе рассмотрены технологии промысла лососевых в достаточно широком представлении. На основе этого подхода приводятся исследования влияния этих технологий на динамику вылова лососевых в ее историческом аспекте с предикцией на будущее.

**Ключевые слова:** промысел лососевых, технологии промысла, численность лососевых.

**E.V. Osipov**

*Far Eastern State Technical Fisheries University  
Vladivostok, 690087*

## **MODERN TECHNOLOGIES FOR SALMON FISHING**

The technologies of salmon fishing are considered in a rather wide representation. Based on this approach, the research on the impact of these technologies on the dynamics of catching salmon in its historical aspect with a prediction for the future is given.

**Key words:** salmon fishing, fishing technology, salmon population.

### **Введение**

Современная цивилизация развивается по техногенному пути развития. Поэтому для исследования современных технологий промысла лососевых термин «технологии» будем рассматривать достаточно широко, а именно: орудия рыболовства; организация промысла, технологии искусственного воспроизводства, технологии заполнения нерестилищ. При этом все эти технологии осуществляют определенные процессы, которые базируются на более высоких, природных процессах. Поэтому сейчас рассматриваемые техносферные процессы вписываются их создателями в природные процессы. Насколько это «эффективно» происходит, сказывается на развитии промысла лососевых, и может проходить по трем направлениям: увеличение, стабилизация и снижение уловов.

### **Материалы и методы**

В качестве методики исследования использована теория рыболовных процессов и систем, базирующаяся на достаточно общей теории управления [1].

Анализ статистики вылова лососевых в тихоокеанском регионе (рис. 1) позволяет сделать вывод о том, что в период с начала 40-х годов прошлого века уловы значительно упали и, начиная с середины 70-х годов прошлого века начался подъем вылова лососевых, который достиг максимума к концу 10-х годов XXI в. Далее наблюдается спад или стабилизация промысла во всех странах, кроме России.

На рис. 2 представлены сравнительные данные по промыслу лососевых с применением различных технологий лова Японией и России (СССР) в период 1925–2003 гг. До 1945 г. Япония осуществляла промысел лососевых в южной части о. Сахалин, части Курильских островов, а также по концессии на Дальнем Востоке СССР, и в этот период вылов Японии в несколько раз превышал вылов СССР. В этот период Япония активно развивала технологии добычи (использовала эффективные конструкции ставных неводов), переработки и доставки уловов, а в СССР подобные технологии появились уже после 1945 г. Однако в начале 40-х годов прошлого века вид-

на общая тенденция спада промысла лососевых, поэтому выловы в СССР были незначительны. В период с начала 50-х годов до введения 200-мильных экономических зон Япония активно развивала дрейфтерный промысел лососевых, который как можно заметить, повлиял на значительное снижение вылова в СССР, с начала 50-х до середины 70-х годов прошлого века, и в меньшей мере на промысел лососевых в других странах.

Это показывает, как влияет технология промысла лососевых на изменения их вылова и на общее понимание оценки запасов.

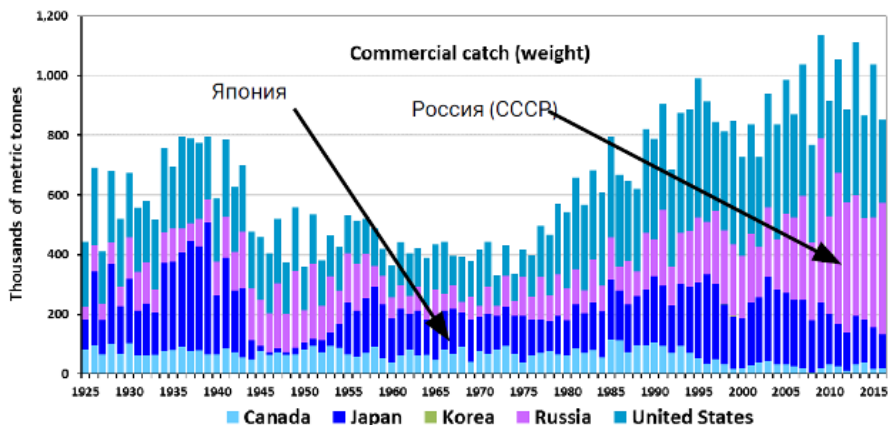


Рис. 1. Статистика вылова лососевых в тихоокеанском регионе [2]

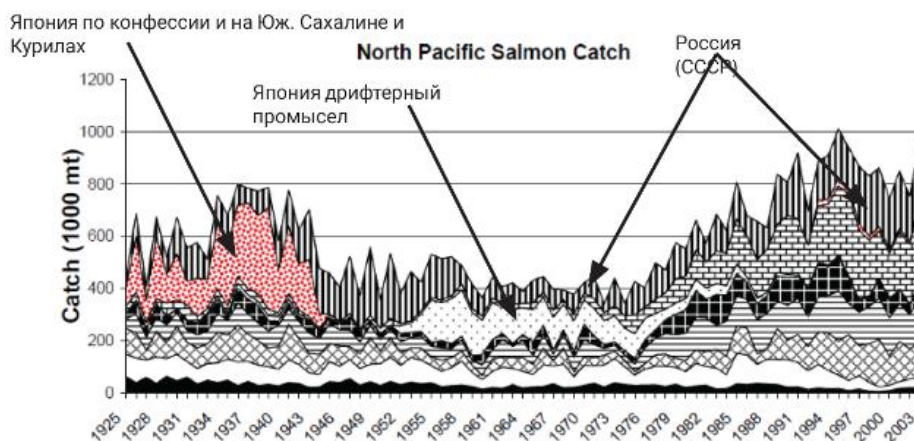


Рис. 2. Статистика вылова [3]

В этом ключе интересно посмотреть график выпуска лососевых с рыбозаводных ферм (рис. 3), где тенденции роста вылова с середины 70-х годов прошлого века хорошо совпадает с выпуском мальков разными странами, однако с 1987 г. наблюдается некая стабилизация выпуска.

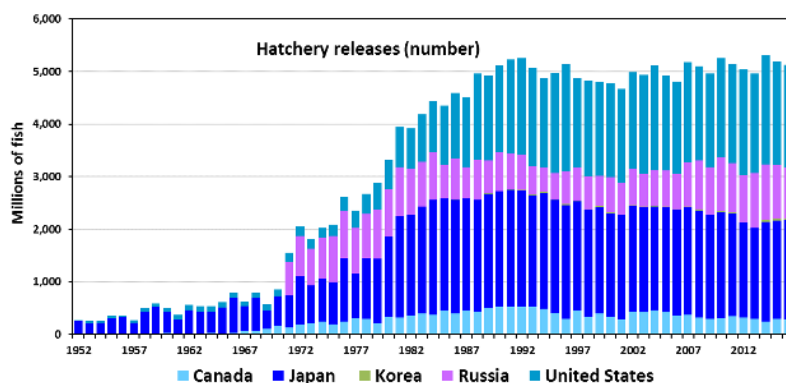


Рис. 3. Статистика выпуска лососевых с рыбозаводов [2]

В 2017 г. возникли проблемы с промыслом в р. Амур, а годами раньше на о. Сахалин. Поэтому рассмотрим изменения вылова кеты на р. Амур (рис. 4). Как можно заметить, самый большой вылов приходится на время развития в Российской Империи государственного капитализма на Дальнем Востоке с 1907 г. Однако уже к 1913 г. вылов значительно упал, основной улов в то время осуществлялся ставными неводами типа «заездок» [4]. Это показывает высокую эффективность таких орудий рыболовства, что сказалось на очень низком последующем вылове летней кеты на протяжении многих лет, имеющей намного меньшую площадь нерестилищ по сравнению с осенней кетой.

Рост вылова кеты в р. Амур в наше время также совпадает с закреплением квот и участков и развитием государственного капитализма с 2007 г. Этот период подразумевает широкое внедрение эффективных технологий добычи, а именно ставных неводов типа «заездок» и обычных ставных неводов в р. Амур, количество которых по сравнению с советским периодом возросло в 7-8 раз.

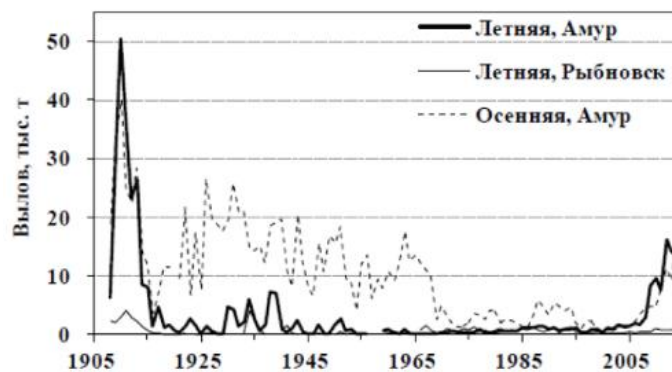


Рис. 4. Статистика вылова кеты в р. Амур [5]

Следующей важной технологией промысла является использование информационных технологий как носителей бесструктурного управления, оказывающее влияние на понимание процессов рыболовства от рядовых рыбаков до руководителей Федерального агентства по рыболовству. В этой связи рассмотрим управленческие решения комиссии по анадромным видам рыб Хабаровского края [6]:

а) 6 сентября 2017 г. – «Во избежание вынужденного простоя рыбодобывающих предприятий района предлагается временно объединить резервы добычи (вылова) кеты осенней в бассейне р. Амур и северной части Амурского лимана в пределах Ульчского, Николаевского, Амурского, Нанайского, Комсомольского и Хабаровского районов».

б) «Согласно протоколу заседания Бюро отраслевого совета по промышленному прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству от 07.09.2017 № 48 добавить 10500 т. Лимит увеличен с 21576 тонн до 32076 тонн».

в) 8 сентября 2017 г. – «Установить резерв добычи (вылова) кеты осенней для осуществления промышленного и (или) прибрежного рыболовства в бассейне р. Амур и северной части Амурского лимана в размере 10511,84 тонны».

г) 8 сентября 2017 г. – Периоды проходных дней – «Указанные периоды вводятся в отношении кеты осенней, при использовании всех орудий добычи (вылова) тихоокеанских лососей (за исключением использования ставных неводов и ставных неводов типа «заездок»)».

д) 15 сентября 2017 г. – «Установить резерв добычи (вылова) кеты осенней для осуществления промышленного и (или) прибрежного рыболовства в бассейне р. Амур и северной части Амурского лимана на 2017 г. в объеме 2616,84 тонн».

В случае (а) все резервы объединяются и, следуя известным физическим процессам, производственные мощности в Николаевском районе (устье и лиман) осваивают резервы всех районов выше по реке. Согласно пункту (б) лимит увеличен на 10500 т, а в пункте (в) лимит устанавливается в размере 10511,84 т, таким образом, на 08.09.2017 г. вылов осенней кеты составил 21565 т, однако общий вылов за всю путину официально равен 17602 т. В то же время пункт (д) показывает, что с 8 по 15 сентября освоено еще 7895 тонн, т. е. средний вылов 1120 т в сутки.

Для исследования такой значительной разницы исследовалась корреляция данных по вылову, где коэффициент корреляции: для Ульчского и Комсомольского районов – 0,99; для Ульч-

ского и Нанайского районов – 0,98; для Николаевского и Ульчского – 0,81. В то же время при рассмотрении структуры видов рыболовства «Традиционное КМНС» и «Организация любительского и спортивного рыболовства» в Николаевском районе идентично другим районам промысла р. Амур и составляет 0,97. Таким образом, предприятия Николаевского района значительно занижали вылов осенней кеты, в противном случае коэффициент корреляции был бы более 0,96, а он равен 0,81.

В ноябре в СахНИРО проходила конференция по проблемам промысла лососевым [7], где были представлены доклады следующих авторов:

1) В.И. Радченко: «...основными факторами здесь стали изменения климата, неблагоприятные погодные условия и общая промысловая нагрузка, которая, кроме прямого ущерба, ведет к «стрессу» у морских обитателей. На Сахалине, кроме того, стресса рыбе добавляет интенсивный и «многоярусный» промысел из-за «передачи эстафеты» от морского к прибрежному лову, а затем РУЗам и браконьерам непосредственно в реках такое общение длится более 2 месяцев. Не стоит сбрасывать со счетов и вернувшуюся в Тихий океан после многолетнего отсутствия сардину иваси – конкуренцию и борьбу за жизненное пространство и корм еще никто не отмечал. И все эти факторы в долгосрочной перспективе, к сожалению, будут приводить лишь к снижению подходов красной рыбы»;

2) В.П. Шунтов: «...среди причин снижения численности лососевых также обозначены проблемы браконьерства, показатели ущерба от которого «по ведомственным соображениям» старательно занижаются, а также катастрофически низкий уровень пропуска производителей в нерестилища – если в советское время на Сахалине ориентировались на пропуск 40 миллионов экземпляров, то сегодня эти показатели в 3-4 раза ниже»;

3) А. Макоедов: «...в последнее время все чаще и чаще говорят о некоем кризисе в отрасли, вопрос существования которого, впрочем, пока еще является дискуссионным. Так, в 1972 году на весь Дальний Восток пришлось всего около 35 тысяч тонн вылова, а в 2009 – уже более 550 тысяч тонн. Так что рост налицо. Кроме того, в последние годы и на Сахалине, и на Курилах по горбуше план стабильно «переваливал» за 100 тысяч тонн, и лишь несколько крайних лет стали в этом смысле исключениями».

При рассмотрении пункта (1) возникает вопрос: существует конкуренция сардины-иваси и лососевых? Для специалистов известно, что данные объекты обитают в разных районах и только встречаются по пути миграции. При этом если взять рост вылова иваси в 70-х годах, то он совпадает с ростом вылова лососевых. В то же время первый период лова иваси 1910–1950 гг. совпадает с ростом вылова лососевых и его спадом к концу 40-х годов прошлого века. При этом, исходя из 100-летней статистики (рис. 1), отсутствует возможность выявить цикличность (природный фактор) в изменении динамики численности лососевых. Но если посмотреть снижение колебания вылова в период 1986–1987 гг. и 1992–1993 гг. (рис. 1), то она совпадает с циклом спада промысла сардины-иваси. Дальнейший рост вылова, а также некоторая стабилизация промысла лососевых показывает влияние рыболовства на численность лососевых, это связано в первую очередь с тем, что к концу XX в. страны тихоокеанского побережья уже имели высокоразвитую систему рыболовства, которая за счет вылова позволяет контролировать заполняемость нерестилищ, предотвращая заморы и перекапывание гнезд при массовом ходе лососевых. Здесь надо также учитывать широкое развитие искусственного воспроизводства лососевых (рис. 3).

Таким образом, интенсивный промысел лососевых в период 1986 г. по наше время способствовал сохранению высоких запасов лососевых, поскольку в предыдущие этапы интенсивность промысла была ниже и большой приход лососевых на нерестилища, с перекапыванием гнезд и заморами, резко уменьшал численность лососевых.

При этом в пункте (3) упоминается низкий вылов в 1972 г. Представленный выше анализ применения технологий промысла показал, что период с 1950 по 1972 гг. связан с дрефтерным промыслом Японией на подходах лосося до 3 миль до берега (рис. 2).

Одной из причин снижения численности лососевых, по мнению В.И. Радченко [7] является потепление и смещение теплых вод к северу по всему периметру Тихого океана. Возможно это, в некоторой степени, может влиять на подходы лососевых, изменяя их хомминг, однако границы встречи теплых и холодных фронтов становятся более контрастны, что способствует увеличению кормовой базы, а также это происходит в верхнем слое, в котором обитает лосось. Поэтому запасы лосося должны увеличиваться, а ограничением увеличения численности является нерестовая база лососевых и их допуск к ней, а также кормовая база.



Примеры таких стран, как Япония и Корея, где происходит снижение подходов, связано с интенсивностью течения Куро-Сива, которая не сказывается на подходах лососевых к р. Амур и к большей части побережья Сахалина. Для р. Амур увеличение промысла в период 1973–1985 гг. (рис. 4) также совпало с периодом промысла сардины-иваси.

Поэтому, исходя из общей тенденции развития интенсивности промысла, можно согласиться только с выводами В.И. Радченко [7], что причина низких уловов лососевых на о. Сахалин – «общая промысловая нагрузка, которая, кроме прямого ущерба, ведет к «стрессу» у морских обитателей», а также с выводами В.П. Шунтова [7]: «...среди причин снижения численности лососевых также обозначены проблемы браконьерства, показатели ущерба от которого «по ведомственным соображениям» старательно занижаются, а также катастрофически низкий уровень пропуска производителей в нерестилища – если в советское время на Сахалине ориентировались на пропуск 40 миллионов экземпляров, то сегодня эти показатели в 3-4 раза ниже».

Какова же причина браконьерства? В юридической практике используется определение нарушений законов в области рыбохозяйственной деятельности, а практика показывает, что нарушения в этой области, как правило, осуществляется предприятиями, имеющими участки и разрешения на промысел, о чем и говорится в докладе В.П. Шунтова. Это можно наблюдать по данным корреляции вылова по районам Хабаровского края. Поэтому можно констатировать, что тенденции промысла на о. Сахалин совпадают с развитием промысла на р. Амур.

### Заключение

Современные технологии промысла оказывают определяющее влияние на выловы и воспроизводство лососевых видов рыб, данные (рис. 1) показывают, что оптимум составляет в границах 800–1000 тыс. т.

Слабое понимание этих процессов и недостатки прогнозов, а также широкое развитие государственного капитализма компенсируется в подаче информации (пункт 1, 3) на бесструктурном уровне, для скрытия основных проблем. Так, работа комиссии по анадромным видам рыб в Хабаровском крае [6] обеспечивала эффективное изъятие лососевых в Николаевском районе, так как там создана «Территория опережающего развития», в том числе в области рыболовства, где предприятия могут в сутки обрабатывать всю кету, идущую на нерест в р. Амур. Поэтому предложения по ограничению «заездков» и ставных неводов для р. Амур не находят решения на всех этапах. С близкими проблемами связана ситуация с промыслом лососевых и на о. Сахалин.

### Литература

1. Достаточно общая теория управления / Санкт-Петербургский гос. ун-т. – 2003. – 419 с.
2. Статистика NPAFC [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: [http://www.npafc.org/new/science\\_statistics.html](http://www.npafc.org/new/science_statistics.html) (дата обращения: 29.01.2018).
3. Catch trends and status of North Pacific Salmon / D.M. Eggers, J.R. Irvine, M. Fukuwaka, V.I. Karpenko. – 2005. – (NPAFC Doc. No. 723. – Rev. 3). – 35p.
4. Борисов Т.М. Техника лова рыбы. – Хабаровск: Гос. дальневост. краев. изд-во, 1932. – Кн. 1. – 224 с.
5. Островский В.И., Вершинина О.В., Шмигирилов А.П. Зависимость численности потомков летней кеты (*Oncorhynchus keta*) р. Амур от численности родителей // Известия ТИНРО. – Т. 184. – 2016. – С. 70–81.
6. Решения комиссий по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <http://www.atu-fishcom.ru/protocols-for-anadromous/in-khabarovsk-territory/> (дата обращения: 10.01.2018).
7. Стресс, промысел, сардины и потепление – проблемы и перспективы лососей обсуждают в Южно-Сахалинске [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/press-tsentr/obzor-smi/20303-stress-promysel-sardiny-i-poteplenie-problemy-i-perspektivy-lososej-obsuzhdayut-v-yuzhno-sakhalinske> (дата обращения: 29.01.2018).
7. Островский В.И., Подорожнюк Е.В., Шмигирилов А.П. Зависимость численности потомков осенней кеты (*Oncorhynchus keta*) р. Амур от численности родителей // Известия ТИНРО. – 2015. – Т. 183. – С. 41–50.

УДК37.035.3: 629.5.023

**Д.П. Ястребов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail:restart1101@mail.ru*

## **О СОЗДАНИИ СТУДЕНЧЕСКИХ ОТРЯДОВ НА СУДАХ КАМЧАТСКОГО ФЛОТА**

Согласно ГОСТ 9.056-75 и РЗК-НК-2001 эффективность работы систем электрохимической защиты (ЭХЗ) от коррозии судов и кораблей обеспечивается качественной ее эксплуатацией. Эксплуатация складывается из работ по восстановлению элементов ЭХЗ в период докования судна (корабля) и обслуживания (осмотров, регулирования и контроля). Контроль сводится к измерению разности потенциалов между корпусом судна и электродом сравнения [1, 2]. Экипажи судов и кораблей камчатского флота эксплуатацией систем ЭХЗ не занимаются по объективным (отсутствие необходимых технических средств) и субъективным (отсутствие подготовки) причинам. При этом они считают, что эффективность ЭХЗ сохраняется в период между докованиями судов [3]. Работа направлена на совершенствование технических средств и научно-методических основ, обеспечивающих необходимый уровень надежности корпусных конструкций морских рыбопромысловых, транспортных, грузовых и пассажирских судов, а также позволяющих установить оптимальный период докования судов.

**Ключевые слова:** коррозионный мониторинг, потенциал корпуса судна, электрохимическая защита корпуса.

**D.P. Yastrebov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail:restart1101@mail.ru*

## **ABOUT STUDENT TEAMS FOR VESSELS OF THE KAMCHATKA FLEET**

Under the State Standard 9.056-75 and the manual RZK NK-2001 the efficiency of electrochemical protection systems from corrosion of vessels is provided with its high-quality exploitation. It consists of rework of electrochemical protection system elements during docking and maintenance (scan, regulation and control). The quality procedure includes taking a measurement of potential difference between hull and reference electrode [1, 2]. Crews of Kamchatka fleet don't practice exploitation of electrochemical protection systems because of objective reasons (absence of required technology) and subjective ones (absence of training). At the same time they consider that the efficiency of electrochemical protection systems remains between dockings [3]. The work is aimed at improving technical facilities and scientific and methodological foundations that provide the required level of reliability of hull structures of fishing, transport, cargo and passenger vessels, as well as allow establishing the optimal period of docking of vessels.

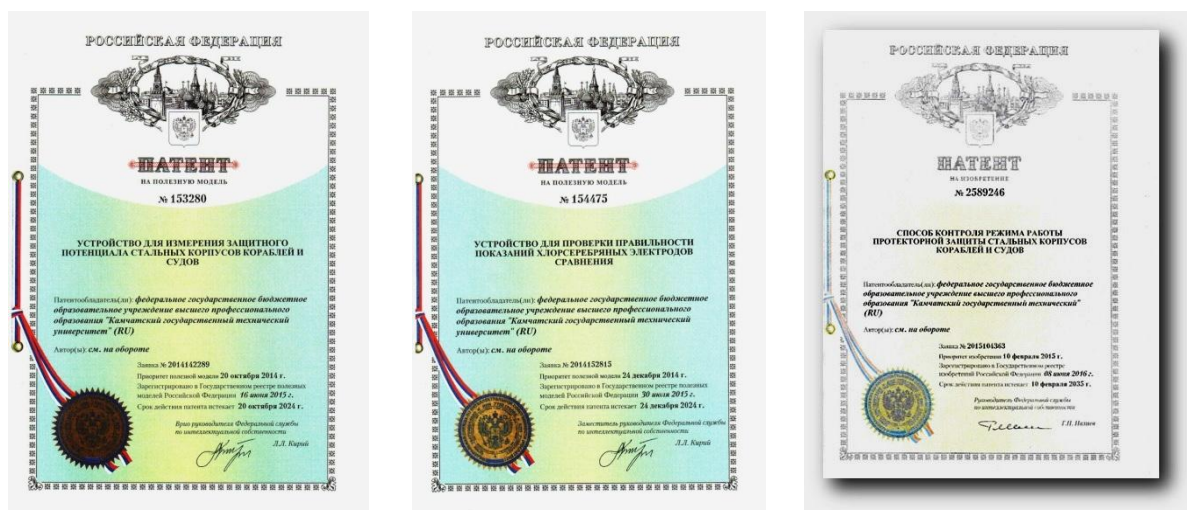
**Key words:** corrosion monitoring, vessel hull potential, hull electrochemical protection.

### **Введение**

Проблема защиты судов и кораблей камчатского флота от коррозии является чрезвычайно актуальной, так как интенсивная коррозия корпусов судов и кораблей приводит к экономическим потерям, измеряемым в миллиардах рублей, и снижению безопасности мореплавания [3]. Для решения этой проблемы на судах камчатского флота необходимо усовершенствование технических средств защиты от коррозии и методов коррозионных испытаний. Планируемое проектное решение соответствует уровню изобретений и полезной модели.

### Цели и задачи исследования

В Авачинской губе 84 судна находятся в затопленном или полузатопленном состоянии и, следовательно, являются аварийными источниками загрязнения. В 2018 г. затонуло 85 судно, однако проблему аварийного загрязнения Авачинской губы никто не решает. Руководствуясь распоряжением Правительства РФ № 314 от 15.04.2014 г. и распоряжением Правительства РФ № 2402 от 29.11.2014 г., предлагается создать в Камчатском крае студенческий отряд, занимающийся проблемой защиты судов и кораблей от коррозии. Прототип этого отряда уже создан на мореходном факультете (МФ) КамчатГТУ, в него входят курсанты МФ (Ястребов Д.П., Ещенко Д.В., Дуров Д.Е.) и студенты факультета заочного образования (ФЗО) (Щелканов В.В., Ветров В.П.) На базе мореходного факультета разрабатываются технические средства и методы, направленные на обеспечение безопасности плавания и охраны человеческой жизни на море. Высокий уровень достижений курсантов МФ «КамчатГТУ» подтверждается патентами РФ, представленными на рисунке.



Полученные МФ патенты РФ

В настоящее время курсанты МФ приступили к созданию информационной базы данных «Состояние систем защиты от коррозии корпусов судов Камчатского края», информация о состоянии этих систем прилагается в таблице.

Таблица

Состояние систем защиты корпусов судов Камчатского края до и после ремонта

Дата обследования	Название судна	Результат обследования
16.10.17	"ПЖС-219"	Отлично (после ремонта)
16.10.17	"СР-77"	Удовлетворительно (был в доке 2014 г.)
16.10.17	"Аламбай"	Неудовлетворительно (был в ремонте в 90-х г.)
10.10.17	СРТ "Брастцев"	Отлично
12.05.17	МРС-024	Удовлетворительно (после ремонта)
12.05.17	МРС-114	Удовлетворительно (после ремонта)
12.05.17	МРС-049	Удовлетворительно (после ремонта)
12.05.17	МРС -039	Удовлетворительно (после ремонта)
12.05.17	МРС-326	Удовлетворительно (после ремонта)
12.05.17	Катер "Маяк"	Неудовлетворительно (после ремонта)
19.04.17	МРС-324	Неудовлетворительно (после ремонта)
19.04.17	МРС-120	Неудовлетворительно (после ремонта)
13.07.17	"МаринСтар"	Неудовлетворительно (после ремонта)
12.09.17	МРС-150	Неудовлетворительно (после ремонта)

Дата обследования	Название судна	Результат обследования
12.09.17	МРС-020	Неудовлетворительно (после ремонта)
12.09.17	МРС-343	Неудовлетворительно (после ремонта)
Период с 1.06.17 по 09.09.17	Катер "ПУМ 52-22"	Неудовлетворительно (после ремонта)
Период с 17.01.17 по 04.04.17	БАТМ "Михаил Старицын"	Неудовлетворительно (до ремонта)
РС-300 "Аксаково"	16.11.17	Неудовлетворительно (до ремонта)
РС-300 "Просторный"	25.11.17	Неудовлетворительно (до ремонта)
РС-300 "Мирный"	21.11.17–4.11.17	Неудовлетворительно

Из таблицы следует отметить, что примерно 60% судов не снабжено надежными системами защиты корпуса от коррозии, что может привести к разрушению корпуса и затоплению судна. Следует также отметить, что п. 2.1.2 Правил эксплуатации морских судов не выполняется судовладельцами.

Автором и его командой будут решаться следующие задачи:

1. Разработать методы контроля качества судокорпусных ремонтных работ.
2. Разработать методы коррозионного мониторинга природной среды (морской воды) на судах во время их стоянки.
3. Разработать методы защиты судов и кораблей от коррозии при долговременном стояночном режиме.

### Заключение

Результаты исследований, приведенные в таблице, наглядно иллюстрируют возможность использования студенческих отрядов.

Определенный интерес к результатам наших исследований проявили представители судоремонтных предприятий. Таким образом, развитие судоремонта на Камчатке невозможно без выполнения соответствующих научных исследований и внедрения их в практику.

Результаты исследований позволят внедрить способ контроля корпуса судна от коррозии с целью обеспечения возможности диагностирования непосредственно на судах всех элементов защиты.

Разработанный комплекс будет использоваться экипажами судов и кораблей при эксплуатации систем протекторной защиты и приемке этих систем в эксплуатацию.

### Литература

1. Внедрение усовершенствованного способа контроля систем протекторной защиты стальных корпусов судов камчатского флота / *О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.П. Ястребов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин* // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – № 39. – С. 6–11.
2. Обоснование возможности исключения внешнего осмотра систем протекторной защиты стальных корпусов судов / *В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.П. Ястребов* // Вестник АГТУ. Серия Морская техника и технология. – 2017. – № 1. – С. 29–38.
3. *Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П.* Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 1(82). – С. 41–48.

### Секция 3. НОВЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 579.67:664:582.272

**Н.М. Аминина, Т.И. Вишневецкая, Н.В. Епур, Г.И. Загородная**

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

#### **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ БУРОЙ ВОДОРΟΣЛИ САХАРИНЫ ЯПОНСКОЙ (*SACCHARINA JAPONICA*)**

Проведен микробиологический анализ образцов пищевой продукции: сушеной бурой водоросли сахарины японской (*Saccharina japonica*) и изготовленного из нее продукта – биогеля. Обнаружено присутствие анаэробных микроорганизмов (кlostридий) в отдельных образцах сахарины японской и изготовленного из нее продукта.

**Ключевые слова:** морские водоросли, сахарина японская, биогель из бурых водорослей, кlostридии.

**N.M. Aminina, T.I. Vishnevskaya, N.V. Epur, G.I. Zagorodnaya**

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

#### **MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF FOOD PRODUCTS FROM BROWN SEAWEED OF *SACCHARINA JAPONICA***

The microbiological analysis of food products: dried brown alga *Saccharina japonica* and biogel from brown seaweed is given. The presence of anaerobic microorganisms (*Clostridium*) in selected samples of *Saccharina japonica* and the biogel from brown seaweed is revealed.

**Key words:** seaweed, *Saccharina japonica*, biogel from brown seaweed, *Clostridium*.

Морские водоросли являются источником широкого спектра биологически активных веществ уникальной структуры. Потребление продуктов из водорослей, особенно в виде БАД и функциональных продуктов, неуклонно растет во всем мире. Одним из наиболее известных продуктов в нашей стране является биогель из бурых водорослей, особенно «Ламиналь-биогель из морской капусты», предназначенный для диетического профилактического и диетического лечебного питания (ТУ 9284-175-00472012-2015). Контроль качества пищевой продукции и сырья для ее производства в настоящее время осуществляется на основе ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», а также ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Безопасными для здоровья потребителя принято считать продукты, которые не содержат токсичных веществ или содержат их в количествах, допустимых санитарными нормами и гигиеническими нормативами.

Для определения безопасности пищевого сырья учитываются прежде всего микробиологические показатели с учетом требований ТР ТС 021/2011. Санитарно-гигиеническая оценка водорослей проводится по следующим показателям: КМАФАнМ, БКГП, сальмонеллы, плесени. Эти же показатели определяют и в различных видах продукции из водорослей. Однако в перечне продукции, упомянутой в ТР ТС 021/2011, отсутствует такая категория, как пастеризованная

продукция из морского растительного сырья. К этой категории и относится «Ламиналь-биогель из морской капусты». При нарушении режимов производства и хранения такой продукции может происходить развитие анаэробных микроорганизмов, которые не входят в перечень исследуемых показателей по ТР ТС 021/2011. Некоторые из анаэробных бактерий, например, отдельные виды клостридий, могут быть опасно патогенными. Определению такого рода бактерий в продукции из водорослей и посвящена данная работа.

### Материалы и методы исследования

В качестве исходного материала для исследований использовали продукты переработки бурой водоросли сахарины японской (*Saccharina japonica*): водоросли шинкованные сушеные и «Ламиналь-биогель из морской капусты».

Санитарно-гигиеническую оценку водорослей и продукции из них проводили согласно требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» по ГОСТ 10444.15-94, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 31659-2012, ГОСТ 10444.12-2013, ГОСТ 29185-2014.

### Результаты и обсуждение

Морские водоросли и бактерии сосуществовали, начиная с ранних стадий эволюции. В настоящее время уже известно, что они влияют на физиологию и метаболизм друг друга [1]. На бурых водорослях, например, обнаружены бактерии из родов *Cytophaga* и *Alteromonas/Pseudoalteromonas* [2]. В отличие от исследований микроорганизмов, существующих на водорослях, анализ водорослей как пищевого сырья предполагает определение только штаммов, которые могут быть занесены в процессе переработки водорослей после их изъятия из водной среды (МАФАНМ, БКПП, сальмонеллы, стафилококк, плесени). Многолетние исследования образцов морских водорослей, обитающих в различных районах дальневосточных морей, свидетельствуют о том, что санитарно-гигиенические показатели морского растительного сырья практически всегда соответствуют нормам, указанным в регламентирующих документах [3]. Лишь в некоторых случаях наблюдается превышение нормы по количеству плесеней, что, скорее всего, связано с заготовкой и хранением водорослей.

К особой категории относятся пастеризованные продукты, в которых чаще всего наряду с вышеперечисленными микроорганизмами определяют еще и анаэробные микроорганизмы, в частности сульфитредуцирующие клостридии. Однако, как упоминалось выше, до сих пор в регламентирующих документах (ТР ТС 021/2011, ТР ЕАЭС 040/2016) в перечне продукции отсутствует такая категория, как пастеризованная продукция из морского растительного сырья. Поэтому ни сырье, ни продукция из водорослей не подвергаются контролю по этому показателю.

Проведенные нами исследования показали, что анаэробные микроорганизмы, которые мы также отнесли к сульфитредуцирующим клостридиям, были обнаружены во многих партиях морской капусты разных производителей (табл. 1).

Таблица 1

Результаты микробиологического анализа морской капусты шинкованной сушеной

Наименование продукта	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	БКПП, в 1 г	Сальмонеллы в 25 г	Плесени, КОЕ/г, не более	Сульфитредуцирующие клостридии в 1,0 г
Ламинария шинкованная сушеная (ООО «Ника», о. Сахалин)	$5,0 \times 10^2$	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	<b>Обнар.</b>
«Ламинария шинкованная сушеная» (ИП «К.И. Михолап», Приморье)	$1,0 \times 10^4$	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.
	$2,4 \times 10^2$	Не обнар.	Не обнар.	$1,4 \times 10^2$	<b>Обнар.</b>
	$7,0 \times 10^3$	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.	Не обнар.
Морская капуста сушеная шинкованная (ООО НПК «Далькорм», Приморье)	$2,2 \times 10^3$	Не обнар.	Не обнар.	$1,1 \times 10^2$	<b>Обнар.</b>
Допустимый уровень по ТР ТС 021/2011	$5,0 \times 10^4$	Не доп.	Не доп.	100	–

В связи с этим был проведен ряд экспериментов для определения клостридий в продукте «Ламиналь». «Ламиналь» был изготовлен из водорослей, в которых были обнаружены клостридии. Свежеприготовленный «Ламиналь» был выдержан в течение недели при температуре 37°C для ускорения процесса размножения патогенных микроорганизмов. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Результаты микробиологического анализа биогеля «Ламиналь»  
различных сроков хранения**

Наименование продукта	Условия хранения	КМАФАнМ, КОЕ/г	БГКП, в 1 г	Сальмонеллы в 25 г	Плесени, КОЕ/г, не более	Сульфит-редуцирующие клостридии в 1,0 г
Ламинария Шинкованная (ООО «Ника», о. Сахалин)	–	$5,0 \times 10^2$	Не обнаруж.	Не обнаруж.	Не обнаруж.	Обнаруж.
Допустимый уровень по ТР ТС 021/2011	–	$5,0 \times 10^4$	Не доп.	Не доп.	100	–
«Ламиналь»	Свежеприготовленный	6	Не обнаруж.	Не обнаруж.	Не обнаруж.	Обнаруж.
«Ламиналь»	37°C, 7 суток	$5,4 \times 10^5$	Не обнаруж.	Не обнаруж.	140	Обнаруж.
Допустимый уровень по ТУ 9284-175-00472012-2015	–	$5,0 \times 10^3$	Не доп.	Не доп.	–	–

В результате проведенных исследований клостридии были обнаружены в обоих образцах «Ламиналя». В «Ламинале», хранившемся 7 сут при 37°C, КМАФАнМ было на 5 порядков выше, чем в свежеприготовленном «Ламинале», присутствовали признаки порчи (неприятный запах и газообразование). Следовательно, в продукте «Ламиналь» могут присутствовать анаэробные клостридии, которые не уничтожаются при пастеризации и интенсивно развиваются в случае неправильного хранения продукта.

Род *Clostridium* содержит более 100 видов сапрофитных и патогенных бактерий, в том числе таких опасных возбудителей пищевых интоксикаций, как *Clostridium botulinum* [4]. В основе патогенности клостридий лежит их способность синтезировать и выделять из клетки высокоэффективные токсины. Для бактерий этого рода характерно обильное выделение газа при культивировании [5]. К роду *Clostridium* относятся сульфитредуцирующие бактерии, которые примерно на 90% представлены видом *Clostridium perfringens*. Поэтому, говоря о сульфитредуцирующих клостридиях, обычно имеют в виду именно эти микроорганизмы. Считается, что, по крайней мере, 7% пищевых отравлений связаны с заражением пищевых продуктов *C. perfringens*.

В то же время некоторые бактерии рода *Clostridium* входят в состав нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта, иногда их обнаруживают на коже и в полости рта. По последним данным два анаэробных бактериальных штамма были выделены из разлагающихся водорослей и были охарактеризованы с использованием многофазного подхода [6]. Филогенетический анализ показал, что эти штаммы тесно связаны друг с другом (сходство 99,7%) и с *Clostridium tyrobutyricum* (96,5%). Предполагается, что эти штаммы представляют собой новый вид рода *Clostridium*, с предлагаемым названием *Clostridium algifaecis* sp.

Присутствие клостридий в пищевых продуктах типа сушеных бурых водорослей трудно объяснить без дополнительных исследований и определения вида клостридий. Связано это с неблагоприятной экологической обстановкой в районе добычи сахарины японской или несоблюдением санитарно-гигиенических правил во время изготовления продукции из нее, покажут дальнейшие исследования. В случае подтверждения наличия клостридий в сырье, в связи с изменившейся экологической обстановкой в последние годы в прибрежных водах дальневосточных морей, возможно введение дополнительного показателя при анализе безопасности морского растительного сырья или только определенных видов пищевых продуктов, изготовленных из него, в частности пастеризованной продукции в вакуумной упаковке без присутствия консервантов.

### Литература

1. Algae–bacteria interactions: Evolution, ecology and emerging applications / *Rishiram Ramanan, Byung-Hyuk Kim, Dae-Hyun Cho, Hee-Mock Oh, Hee-Sik Kim* // *Biotechnology Advances*. – 2016. – V. 34, Iss 1. – P. 14–29.
2. Screening of marine bacteria for fucoidanases / *I.Yu. Bakunina, L.S. Shevchenko, O.I. Nedashkovskaya, N.M. Shevchenko, V.V. Mikhailov, T.N. Zvyagintseva, S.A. Alekseeva* // *Микробиология*. – 2000. – Т. 69, № 3. – С. 370–376.
3. *Кадникова И.А., Аминина Н.М., Щербакова Н.С.* Качество и безопасность промысловых водорослей Японского моря // *Известия ТИНРО*. – 2013. – Т. 175. – С. 314–320.
4. *Определитель бактерий Берджи* / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса: В 2 т. – М.: Мир, 1997. – Т.1. – 432 с.
5. *Ассонов Н.Р.* Микробиология. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 350 с.
6. *Clostridium algifaecis* sp. nov., an anaerobic bacterial species from decomposing algal scum / *Y.F. Wu, H. Zheng, Q.L. Wu, H. Yang, S.J. Liu* // *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* – 2014. – V. 64. – P. 3844–3848.



УДК 664.959.5

**И.Л. Артюхов**

*Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)  
Астраханского государственного технического университета,  
Московская область, 141821  
e-mail:artyuxoff2013@yandex.ru*

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ФЕРМЕНТОВ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ**

Представлены существующие технологии выделения ферментов из гидробионтов и технология глубокой переработки отходов переработки гидробионтов с получением ферментного препарата. Описаны технологические схемы производственных процессов.

**Ключевые слова:** отходы, гидроциклон, мембранные процессы, гидромодуль, ферментный препарат.

**I. L. Artyukhov**

*Dmitrov Fish-Industry Technological Institute (branch)  
Actrakhan State Technical University,  
Moscow oblast, 141821  
e-mail:artyuxoff2013@yandex.ru*

## **RELEASE OF ENZYMES FROM WASTES OF AQUATIC ANIMALS**

The existing technologies for the isolation of enzymes from aquatic organisms and the technology of deep processing of wastes with obtaining of enzyme preparation are represented. The technological schemes of production processes are described.

**Key words:** waste, hydrocyclone, membrane processes, water duty, enzyme preparation.

### **Введение**

В процессе переработки гидробионтов образуются отходы, которые, в лучшем случае, направляют на производство кормовой муки. При этом теряется такая ценная составляющая, как водорастворимые белки, из которой можно извлекать ферменты (в частности, протеолитические ферменты).

Отходы от переработки гидробионтов, богатые протеолитическими ферментами, являются доступным и дешевым сырьем. Ферменты генетически близки человеческому организму и поэтому не могут вызывать побочных действий при их применении в различных технологиях (ускорение процесса посола рыб, получение гидролизатов, створаживание молока и т. д.).

Однако существующие способы переработки гидробионтов и утилизации отходов связаны с тепловой обработкой, что полностью исключают возможность использования ферментов. Именно по этой причине ферменты рыб мало применяются как в рыбной, так и в других отраслях промышленности.

Цель работы – предложить способ более глубокой переработки отходов с получением ферментного препарата для увеличения рентабельности производства.

### **Технологии получения ферментов из гидробионтов**

Известен способ получения ферментного препарата протеолитического действия из внутренностей свежих или мороженых рыб без половых продуктов, включающий измельчение сырья, консервирование его хлористым натрием, выдерживание сырья при 25°C в течение 2–3 ч и при естественном физиологическом значении pH и отделение жидкой фракции фермента цен-

трифугированием. Однако активность фермента является низкой и составляет не более 2,9 ед/г. Отсутствует стадия очистки от балластных белков, микрофлоры и соли [1].

Известен способ получения протеолитического ферментного препарата из внутренних органов рыб. Измельченное сырье подвергают автолизу в присутствии воды при гидромодуле 1:0,5 при рН  $6,2 \pm 0,2$  в течение 1–5 ч. После проведения автолиза жидкий автолизат, содержащий протеолитические ферменты, отделяют центрифугированием и подвергают очистке изопропиловым спиртом при гидромодуле 3:1 в течение 30–40 мин. Полученный в результате очистки жидкий ферментный препарат высушивают при температуре 150–180°C в течение 5–8 с. Протеолитическая активность полученного препарата составляет не более 2,7 ед/г [2].

Недостатками способа является использование изопропилового спирта и высоких температур сушки. Применение изопропанола приводит к частичной потере ферментом каталитической активности, а применение повышенных температур – к термоинактивации.

Наиболее близким по техническому решению является способ получения препарата коллагеназы, описанный в патенте [3]. В качестве сырья для получения коллагеназы используют гепатопанкреас промысловых крабов, выделение проводят гомогенизацией в 0,1 М ацетате аммония при рН 6,4. Затем осадок отделяют центрифугированием при 10000 об/мин, к супернатанту добавляют сульфат аммония 60% насыщения и через 20 ч снова центрифугируют. Полученный осадок (сульфат-паста) растворяют в дистиллированной воде до получения истинного раствора. Раствор коллагеназы очищают последовательной 2-стадийной ультрафильтрацией на мембранах, отсекающих примесные вещества. На первой стадии ультрафильтрации раствор концентрируют на полуволоконной мембране с задерживающей способностью до 15 кДа. Полученный фильтрат разбавляют водой в соотношении 1:5–10 и подвергают микрофильтрации на мембране с задерживающей способностью 100 кДа, затем фильтрат концентрируют на ультрафильтрационной мембране с задерживающей способностью 15 кДа. Полученный концентрат замораживают до минус 40°C и высушивают в сублимационной сушилке.

К недостаткам способа следует отнести многостадийность очистки, большой расход дистиллированной воды, значительное падение проницаемости на первой стадии ультрафильтрационного процесса вследствие концентрационной поляризации, переход в фильтрат стабилизирующих агентов, нагрев жидкости, многократно циркулирующей в ультрафильтрационном аппарате, что приводит к денатурации фермента.

Предложен альтернативный способ утилизации рыбных отходов с более глубокой переработкой рыбного сырья с использованием мембранных процессов. Основные преимущества мембран заключаются в возможности ведения процесса без фазовых превращений и при температуре окружающей среды, в экономичности процесса и достижении очистки растворов от балластных веществ [4].

Поставленная задача достигается тем, что способ предусматривает измельчение сырья. Измельченное сырье подвергают экстракции в присутствии раствора NaCl при гидромодуле 1:2,5 при естественном физиологическом значении рН и температуре 30–40°C в течение 1–2 ч. В процессе экстрагирования давление в камере, где находится гомогенат, периодически понижают до вскипания экстрагента с последующим повышением до исходного значения. После завершения экстрагирования отделяют центрифугированием жидкую фазу и выделяют ферментную составляющую. Для этого жидкую фазу направляют в гидроциклон с полупроницаемой мембраной [5], где происходит осветление ферментной составляющей и очистка от микрофлоры. Для интенсификации процесса выделения ферментной составляющей в жидкость, направляемую в гидроциклон, добавляют дробленый лед в количестве отводимого фильтрата. Это способствует увеличению проницаемости мембраны за счет снижения гелевого слоя на поверхности мембраны посредством частичек льда, а также понижает температуру раствора, что благоприятно для сохранения активности ферментов. Фильтрат после гидроциклона, в котором находятся ферменты, сразу концентрируют на ультрафильтрационной модифицированной мембране с номинальной отсекаемой молекулярной массой 20 кДа. Полученный концентрат стандартизируют и высушивают в лиофильной сушилке. Выход фермента по активности 68,2%, протеолитическая активность – не менее 12,9 ед/г.

#### **Пример 1.**

50 кг внутренностей горбуши измельчали, добавляли 3%-ный раствор NaCl при гидромодуле 1:2,5 и температуре 35°C и тщательно перемешивали в течение 80 мин. В процессе экстраги-

рования давление в камере, где находится гомогенат, периодически понижали до вскипания экстрагента с последующим повышением до исходного значения. Полученный гомогенат центрифугировали при факторе разделения 10000g на центрифуге с принудительным охлаждением. Жидкую фракцию, содержащую ферменты, осветляли и стерилизовали, пропуская через гидроциклон с встроенной микрофильтрационной мембраной. Предварительно в жидкую фракцию добавляли 2 кг мелкодробленого льда. Фильтрат после микрофильтрационной мембраны сразу подавали на ультрафильтрационную установку, которая непосредственно соединена с гидроциклоном таким образом, что обеспечивается полная стерильность получаемого концентрата. Полученный жидкий концентрат фасовали в стерильные ампулы или флаконы и подавали в камеру для замораживания до минус 28°C и высушивали на сублимационной сушилке.

Выход ферментного препарата 65,2%, протеолитическая активность 11,2 ед/г.

#### **Пример 2.**

10 кг внутренностей горбуши замораживали до минус 18°C. Сырье измельчали до состояния стружки при температуре окружающей среды минус 8–10°C. В измельченное сырье добавляли 0,03 М HCl-буфер до pH 5,0 в количестве 20,5 дм<sup>3</sup> и температуре 2–5°C при постоянном перемешивании в течение 4 ч, затем центрифугировали и жидкую фракцию очищали, как в примере 1.

Выход ферментного препарата 72,4%, протеолитическая активность 21,3 ед/г.

### **Заключение**

Таким образом, изложен способ утилизации жидких отходов с использованием мембранных процессов. Показаны его преимущества.

Результаты исследований показали, что выделение ферментов из белковых растворов с использованием мембран дает выход до 70%, при этом активность препарата не менее 20 ед/г.

Применение мембранного оборудования для выделения ферментов из жидкой фракции позволяет расширить сферу утилизации отходов с получением дополнительного коммерческого продукта.

### **Литература**

1. Способ получения ферментного препарата протеолитического действия из внутренностей свежих или мороженых рыб: Пат. 1339917 Рос. Федерация: МКП<sup>7</sup> 5 А23В4/023, С12Н9/64 / *Слуцкая Т.Н., Купина Н.М., Калининченко Т.П.*; заявитель и патентообладатель Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. – № 4017065/13 заявл. 1985.12.27, опубл. 1994.07.15 Бюл. № 08 – 2 с.

2. Способ получения протеолитического ферментного препарата из внутренних органов рыб: Пат. 2288951 Рос. Федерация: МКП<sup>7</sup> С 12 N 9/64 / *Цибизова М.И., Павельева Л.Г.*, заявитель и патентообладатель Астраханский государственный технический университет. – № 2005115629/13 заявл. 2005.05.23, опубл. 2006.12.10 Бюл. № 14.

3. Способ получения препарата коллагеназы: пат. 2265052 Рос. Федерация: МКП<sup>7</sup> С 12 N 9/48, 9/64 / *Исаев В.А., Руденская Г.Н., Шмойлов А.М.*; заявитель и патентообладатель ЗАО «Научно-производственное предприятие "Тринита"». – № заявл. 2003.12.17, опубл. 2005.11. 27 Бюл. № 19.

4. *Перепечкин Л.П., Будницкий Г.А.* Получение и применение мембран в виде полых волокон // Научно-теоретический журнал по химии и химической технологии. – 1987. – Т. 32, № 6. – С. 633–640.

5. Гидроциклон: Пат. на полезную модель. 40015 Рос. Федерация: МКП / *Артюхов И.Л., Ким И.Н.*; заявитель и патентообладатель Дальрыбвтуз, опубл. 27.08.2004. Бюл. № 24. – 3 с.: ил.

УДК 664.951.037.5

**Д.Г. Иваненко, Н.С. Салтанова**

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

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ГЛАЗИРУЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФИЛЕ НЕРКИ МОРОЖЕНОГО**

На основании проведенных исследований доказано положительное влияние углекислых минеральных вод, используемых в качестве глазирующей среды, на органолептические показатели филе нерки мороженого в процессе хранения.

**Ключевые слова:** нерка (*Oncorhynchus nerka*), филе нерки мороженое, углекислые минеральные воды, органолептические показатели.

**D.G. Ivanenko, N.S. Saltanova**

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

### **USING MINERAL WATERS AS GLAZING MEDIUM IN THE PRODUCTION OF FROZEN FILLET OF SOCKEYE SALMON**

The research has proved positive influence of carbonated water used as glazing liquid on organoleptic indicators of the frozen sockeye fillet during storage.

**Key words:** sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*), frozen fillet of sockeye salmon, carbonated mineral water, organoleptic indicators.

Нерка (*Oncorhynchus nerka*) считается наиболее ценным представителем тихоокеанских лососей. Многочисленный проходной эпипелагический (0–250 м) и пресноводно-озерный арктическо-бореальный вид, у северо-западной Камчатки встречается редко. Нерка воспроизводится в реках, впадающих в Тихий океан – от южнокалифорнийской реки Кламат до северной части Берингова моря по американскому берегу и от острова Хоккайдо до северной части Берингова моря по азиатскому берегу. В реках бассейна Японского моря ее нет. Ареал нерки уже, чем у кеты и у горбуши. Районы морского нагула расположены южнее западных островов Алеутской гряды. По уловам она также уступает горбуше и кете [1–3].

Нерка распространена по азиатскому побережью Тихого океана от о. Хоккайдо до р. Анадырь включительно, в американских – до Калифорнии (река Сакраменто). В Азии изредка встречается на севере Охотского моря и восточном Сахалине. В арктической Аляске распределяется до р. Маккензи, но уже в р. Юкон и в зал. Коцебу очень немногочисленна. Единично заходит в реки арктического побережья восточной Чукотки. Популяции нерки воспроизводятся, как правило, в тех речных системах, где имеются озера [4, 5].

В составе белков мяса нерки содержатся 17 аминокислот, в числе которых присутствуют все незаменимые. Мясо нерки содержит витамины А (2–15 и. е. на 1 г мяса), Д (до 1000 и. е. на 1 г), В<sub>1</sub> (100–160 γ%), В<sub>2</sub> (40–90 γ%), В<sub>12</sub> (2,5–4 γ%) [6]. В составе минеральных веществ обнаружены калий (0,18–0,28%), магний (0,15–0,28%), фосфор (0,20–0,31%), кальций (0,02–0,03%), из микроэлементов – железо (0,7–0,9 мг%), йод (13–151%), марганец (20–30%), медь (30–40 γ%), молибден (1,2–1,4 γ%), бром (0,1–0,2 γ%), цинк (5–7 γ%) [6].

Нерка имеет важное промышленное значение, это один из лучших лососей по вкусовым свойствам [5]. Для сохранения качества свежей рыбы ее замораживают. Замораживание является

наиболее распространенным способом обработки рыбы, который дает возможность быстрого консервирования больших количеств единовременно поступающего скоропортящегося сырья. Данный способ консервирования обеспечивает длительное сохранение сырья с высокой степенью обратимости процесса с целью последующей переработки в любые виды пищевых продуктов, позволяет сбалансировать неравномерность промысла, обеспечить транспортирование продукции без снижения качества [7].

Нерку мороженую выпускают в целом виде, потрошеную с головой, потрошеную обезглавленную, разделанную на тушку, кусок, спинку, филе (с кожей и без кожи). Мороженую нерку неразделанную и всех видов разделки реализуют потребителю, а также используют для производства консервов, пресервов, продукции холодного копчения.

Срок годности нерки мороженой неразделанной и разделанной глазированной при температуре минус 18°C составляет не более 8 мес., а неглазированной рыбы, упакованной в потребительскую тару (кроме упакованной в пакеты под вакуумом) – не более 7 мес. Срок годности филе нерки мороженого глазированного не более 10 мес. Таким образом, срок годности филе больше, чем срок годности рыбы других видов разделки и неразделанной рыбы. Это достигается благодаря удалению при разделке частей тела, проявляющих ферментативную активность и снижающих качество продукции при проникновении в ткани рыбы во время хранения. Срок годности мороженой продукции из лососевых, в том числе из нерки, меньше, чем, например, срок годности мороженой продукции из тресковых рыб (10–12 мес.). Это связано с тем, что содержание жира в мясе лососевых выше, а во время хранения жир подвержен окислению, в результате чего ухудшается качество продукции [8–10].

В настоящее время существует множество способов увеличения сроков годности мороженой рыбной продукции. Одним из способов является глубокое замораживание и последующее хранение при температурах намного ниже минус 18°C. Обычно рыбную продукцию замораживают до температуры в толще не выше минус 18°C и хранят при такой же температуре. В настоящее время отмечается тенденция понижения температуры замораживания и хранения гидробионтов до минус 30°C, особенно это характерно для жирных рыб. Такой способ замораживания и последующего хранения позволяет продлить срок годности продукции на 30%, но это слишком энергоемкий способ.

Также для продления сроков годности мороженой рыбной продукции используют специальные защитные покрытия, сдерживающие процессы окисления жира и подсыхания продукции во время хранения [10].

Для получения защитных покрытий используют следующие вещества: поливиниловый спирт (ПВС) марки 16/1, карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ), оксиэтилцеллюлозу (ОЭЦ-55), прополис, поверхностно-активное вещество «Синтаמיד-5» (ПАВ СД-5), пищевые сорбиновую и лимонную кислоты, глицерин, коптильные жидкости «Минх» и «Вахтоль», антисептики (катамин АБ и катапол). Водорастворимые полимеры при определенных условиях образуют оболочки на поверхности продуктов любой формы. Эти материалы производит отечественная химическая промышленность. Полимеры устойчивы к жирам, легко растворимы в воде; водные растворы обладают высокими адгезионными свойствами при отрицательных температурах, безвредны [10].

Защитные покрытия на основе поливинилового спирта (ПВС) и карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) наносят на замороженную поштучно рыбу, а также на блоки мороженой океанической рыбы [10].

Мороженую рыбную продукцию упаковывают в пакеты из полимерных газонепроницаемых пленок, заменяющих глазурь. Лучшим способом сохранения высокого качества мороженой продукции является упаковывание под вакуумом. Наиболее распространенный полимерный материал – полиэтилен марки «пищевой».

Комбинированные полимерные материалы типа пленка-пленка, пленка-бумага (картон), пленка-фольга расширяют возможность использования пленочных материалов. Перспективными для замороженных продуктов являются полиэтилен-целлофановые пленки (ПЦ-2, ПЦ-4), пленка «Саран». Низкая газопароводонепроницаемость пленки «Саран» позволяет применять ее для упаковывания продуктов под вакуумом и в атмосфере инертного газа. Хотя морозостойкость ее в пределах минус 30°C, она широко применяется для упаковывания пищевых продуктов. К распространенной таре относятся пачки, коробки, пакеты из плотной бумаги или картона, покрытые полиэтиленом [7].

Для продления сроков годности мороженой рыбной продукции наряду с пониженными температурами, антисептиками и антибиотиками, различными видами упаковки применяются такие газы, как диоксид углерода, оксид углерода, азот [11, 12].

Применение CO<sub>2</sub> чрезвычайно перспективно не только из-за простоты его получения, но и потому, что использование этого газа в различных агрегатных состояниях (газ, жидкость, твердое вещество) позволяет решать различные технологические задачи [13, 14]. Диоксид углерода CO<sub>2</sub> – давно и широко известный дезинфектант в регулируемых газовых средах. Углекислый газ, обладающий антисептическими свойствами, инактивирует развитие посторонней микрофлоры [15]. Известен способ, при котором для продления сроков годности филе трески мороженого его обрабатывали газообразным диоксидом углерода [16]. Брикет филе мороженого помещали в вытяжной шкаф и обрабатывали из баллона газообразной углекислотой. Использовали углекислоту R744 в баллоне под давлением 70 Атм. Брикет упаковывали в полиэтиленовые пакеты и хранили при температуре минус 18°С. Данный способ позволяет продлить срок годности филе трески мороженого в среднем на 30%. В экспериментах с использованием углекислоты наблюдалось увеличение срока годности продуктов из водного сырья (форель, филе морского окуня, лосось, крабы, тихоокеанская треска разделанная, креветки и др.), а также овощей и фруктов [12].

При контакте с лососевыми видами рыб диоксид углерода может вызывать потемнение поверхности, что связывают с окислением оксимиоглобина. Поэтому данный способ не может быть использован для обработки филе нерки мороженого. Альтернативой является использование природных минеральных вод, поскольку диоксид углерода растворен во многих природных минеральных водах, что позволит избежать прямого контакта продукции с диоксидом углерода.

В наших исследованиях использовали минеральную воду из скважины глубиной 45 м, которая находится на территории предприятия ООО «Дельфин» в пос. Пахачи Олюторского района. Были исследованы органолептические, микробиологические показатели и химический состав воды из скважины. Органолептические показатели воды приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Органолептические показатели минеральной воды**

Наименование показателя	Характеристика
Прозрачность	Прозрачная жидкость без посторонних включений
Цвет	Жидкость со слабым желтоватым оттенком
Вкус и запах	Без посторонних вкуса и запаха

Микробиологические показатели воды приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Микробиологические показатели минеральной воды**

Наименование показателя	Значение
КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>	87
БГКП (колиформные бактерии), КОЕ/100 см <sup>3</sup>	Отсутствие
БГКП (колиформные бактерии) фекальные, КОЕ/100 см <sup>3</sup>	Отсутствие
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , КОЕ/дм <sup>3</sup>	Отсутствие

Химический состав воды приведен в табл. 3.

Таблица 3

**Химический состав минеральной воды**

Наименование показателя	Значение
<b>Анионы, мг/дм<sup>3</sup></b>	
Гидрокарбонат (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	1400
Сульфат (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	25
Хлорид (Cl <sup>-</sup> )	480
<b>Катионы, мг/дм<sup>3</sup></b>	
Кальций (Ca <sup>2+</sup> )	160
Магний (Mg <sup>2+</sup> )	60
Натрий + Калий (Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> )	850
Общая минерализация, г/дм <sup>3</sup>	3,5–4,2
Углекислый газ (CO <sub>2</sub> ), г/дм <sup>3</sup>	1,6

Из данных табл. 3 можно сделать вывод, что воду из указанной скважины можно считать природной минеральной водой. По химическому составу она классифицируется как хлоридно-гидрокарбонатная кальциево-натриевая, в зависимости от газового состава – углекислая (так как содержит более 0,5 г/дм<sup>3</sup> растворенного в ней углекислого газа), в зависимости от общей минерализации – слабоминерализованная.

Сопоставив результаты, приведенные в табл. 1– 3, с требованиями ГОСТ Р 54316 «Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия» [17], можно сделать вывод, что вода соответствует нормам, установленным этим стандартом.

Предполагаем, что использование данной природной воды в качестве глазирующей среды при производстве филе нерки мороженого благодаря растворенным в ней солям будет способствовать упрочнению поверхностных слоев мышечной ткани за счет частичной денатурации белков. Растворенная углекислота будет оказывать бактерицидное и бактериостатическое действие на некоторые группы микроорганизмов, что позволит повысить качество выпускаемой продукции благодаря снижению микробной обсемененности и, следовательно, продлить срок годности продукции.

Для производства филе нерки мороженого использовали нерку-сырец, соответствующую требованиям ТУ 9246-011-33620410 «Рыбы лососевые дальневосточные-сырец. Технические условия» [18]. Филе изготавливали следующим образом: рыбу-сырец разделявали на филе, зачищали, мыли, укладывали в блок-формы и замораживали в скороморозильном аппарате при температуре минус 35°С до достижения температуры в толще блока минус 18°С.

Филе глазировали путем двукратного погружения в воду с температурой 1–3°С на 5 с с перерывом 10–15 с. При первом погружении блоки отделялись от блок-форм (оттаивали). После второго погружения в воду блоки филе выдерживали на воздухе в течение 2–3 мин для закрепления корочки льда. Контрольный образец глазировали в пресной питьевой воде, опытный образец – в минеральной воде.

В процессе хранения следили за изменениями органолептических показателей. Изменения органолептических показателей образцов филе нерки мороженого в зависимости от продолжительности хранения приведены в табл. 4.

Таблица 4

Сравнительные органолептические показатели филе нерки мороженого

Показатель	Контрольный образец			Опытный образец				
	3 мес.	6 мес.	10 мес.	3 мес.	6 мес.	10 мес.	12 мес.	13 мес.
Внешний вид блоков	Блоки чистые, плотные, с ровной поверхностью без значительных перепадов на высоте блока							
Цвет после размораживания	Свойственный данному виду рыбы – красный							
Запах после размораживания	Свойственный свежей рыбе	Свойственный свежей рыбе со слегка уловимым запахом окисленного жира	Слабый запах окисленного жира	Свойственный свежей рыбе	Свойственный свежей рыбе со слегка уловимым запахом окисленного жира	Слабый запах окисленного жира		
Консистенция (после оттаивания)	Присущая данному виду рыбы – ломкая, нежная, сочная	Суховатая, волокнистая, но не жесткая	Волокнистая, сухая	Присущая данному виду рыбы – ломкая, нежная, сочная	Суховатая, волокнистая, но не жесткая	Волокнистая, сухая		

Из табл. 4 видно, что опытный образец филе, глазированного минеральной водой, сохранял высокие органолептические показатели дольше, чем контрольный образец, глазированный пресной водой. Это позволяет предположить, что при дальнейших исследованиях физико-химических и микробиологических показателей будут получены аналогичные результаты.

### Литература

1. Уитон Ф.У., Лосон Т.Б. Производство продуктов питания из океанических ресурсов. Т. 1. – М.: Агропромиздат, 1989. – 350 с.

2. Уитон Ф.У., Лосон Т.Б. Производство продуктов питания из океанических ресурсов. Т. 2. – М.: Агропромиздат, 1989. – 415 с.
3. Шмелин А.В., Будченко И.С., Степанов В.П. Актуальные проблемы развития сырьевой и технологической базы производства пищевой рыбной продукции // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 1. – С. 5–8.
4. Карпенко В.И., Балыкин П.А. Биологические ресурсы западной части Берингова моря // Международный берингоморский форум. – Петропавловск-Камчатский, 2006. – 184 с.
5. Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2005. – 365 с.
6. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
7. Технология комплексной переработки гидробионтов / под ред. Т. М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2004. – 365 с.
8. ГОСТ 32366. Рыба мороженая. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 34 с.
9. ГОСТ 3948. Филе рыбное мороженое. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2010. – 10 с.
10. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. Т. 1 / Под ред. А.Н. Белогурова и Н.С. Васильевой. – М.: Колос, 1992. – 365 с.
11. Петров Н. Современные виды упаковки для рыбной продукции // Рыбные ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 26–27.
12. Упаковка, хранение и транспортировка рыбы и рыбных продуктов: Учеб. пособие / Н.В. Долганова [и др.]. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 272 с.
13. Боковикова Т.Н., Касьянов Г.И., Тарасов В.Е. Новые пути использования диоксида углерода // Теоретическое и экспериментальное обоснование суб- и сверхкритической CO<sub>2</sub>-обработки сельскохозяйственного сырья: Материалы науч.-практ. конф. – Краснодар, 2010. – С. 14–17.
14. Касьянов Г.И., Коробицын В.С., Рохмань С.В. Перспективы использования диоксида углерода // Инновационные технологии в мясной, молочной и рыбной промышленности: Материалы междунар. науч.-техн. интернет-конф. – Краснодар: КубГТУ, 2012. – С. 91.
15. Микробиология / О.Д. Сидоренко [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 287 с.
16. Влияние углекислоты на органолептические показатели качества филе трески мороженого / А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, Е.И. Кобзарева, А.С. Арчбисова // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18–22 марта 2013 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Ключкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – 228 с.
17. ГОСТ Р 54316. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2011. – 41 с.
18. ТУ 9246-011-33620410. Рыбы лососевые дальневосточные-сырец. Технические условия. – Владивосток: Восток-тест, 2003. – 8 с.



УДК 579.6:594(470.311)

**И.В. Михеева<sup>1</sup>, А.С. Гришин<sup>1</sup>, А.С. Помоз<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)  
Астраханского государственного технического университета,*

*Московская область, 141821;*

<sup>2</sup>*ООО «Северная широта»,*

*Москва, 121357*

*e-mail: canssa@mail.ru*

### **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕСНОВОДНЫХ КЛЕМ – БЕЗЗУБКИ ЖЕСТЫЛЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Представлены микробиологические исследования моллюска беззубка. Показано, что отловленные в Жестылевском водохранилище Дмитровского района Московской области моллюски обитают в достаточно загрязненных водоемах, что обусловлено комплексным их использованием, особенно интенсивно в летнее время в рекреационных целях. Больше всего микроорганизмов обнаружено в мантии и аддукторе моллюсков, меньше – в ноге.

**Ключевые слова:** беззубка, микробиология, характеристика, Жестылевское водохранилище.

**I.V. Mikheeva<sup>1</sup>, A.S. Grishin<sup>1</sup>, A.S. Pomoz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Dmitrov Fisheries Technological Institute (branch)  
of Astrakhan State Technical University,*

*Moscow region, 141821;*

<sup>2</sup>*LLC "Northern latitude",*

*Moscow, 121357*

*e-mail: canssa@mail.ru*

### **MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FRESHWATER CLAMS – MUSSEL OF THE ZHESTYLEVSKY RESERVOIR**

Microbiological studies of fresh-water mussel are presented. It is shown, that caught in Zhestylevsky reservoir in the Dmitrov district of the Moscow region, shellfish live in quite polluted water bodies, due to their comprehensive use, particularly intense in summer for recreational purposes. Most microorganisms are detected in the mantle and adductor muscles and less in the leg.

**Key words:** mussel, microbiology, characteristic, Zhestylevsky reservoir.

#### **Введение**

Двустворчатые моллюски являются важным объектом оценки экологического состояния водной среды и дают возможность изучить степень антропогенного воздействия на водоемы. Моллюски по типу питания являются фильтраторами, чем способствуют самоочищению водоемов. Они способны накапливать в себе токсичные вещества и микроорганизмы, в том числе патогенные, из естественной среды обитания, что может ограничивать их использование в хозяйственных целях [1].

Беззубка является типичным представителем моллюсков пресноводных водоемов, в том числе в акватории Жестылевского водохранилища [2]. Беззубки (род *Anodonta*) относятся к клемам (зарывающимся двустворчатым моллюскам). В естественных условиях водоема эти моллюски в личиночной стадии являются пищей для мальков рыб. Крупная для пресных моллюсков нога беззубки может представлять интерес как белковый компонент корма для сельскохозяйственных животных и рыб [3].

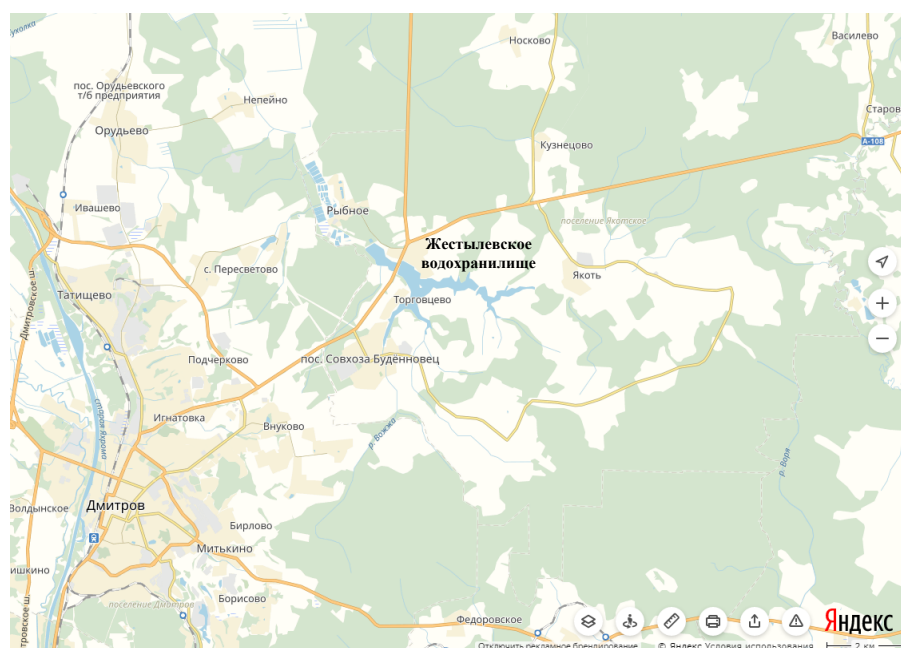
Жестылевское водохранилище образовано на р. Якоть двумя плотинами и имеет площадь 166 га [4]. Водоохранилище популярно среди населения Дмитровского и Сергиево-Посадского районов. Жители районов в летний период используют данный водоем для купания, отдыха на берегах и рыбной ловли. Период максимального посещения водохранилища приходится на июль – август и может ежедневно достигать 400–500 чел.

Все вышесказанное обосновывает актуальность исследований, целью которых является изучение ряда микробиологических показателей беззубки на фоне естественного экологического состояния воды и донных отложений Жестылевского водохранилища в наиболее напряженный по антропогенной нагрузке летний период.

### Материал и методы исследований

Объектом исследований являлись моллюски рода *Anodonta* (беззубки), выловленные в Жестылевском водохранилище в июле – августе 2016–2017 гг. Размер моллюсков в водохранилище составлял в среднем 90–120 мм по длине раковины, масса 50–70 г.

Жестылевское водохранилище относится к водоемам руслового типа (рис.). Вытянуто по руслам рек Якоти и Вожи, имеет среднюю глубину 6 м при максимальной в приплотинной части 12–14 м. Максимальный уровень водохранилища приходится на весну, в вегетационный период идет сработка уровня. Колебания уровня в отдельные годы достигают 3–4 м. Режим эксплуатации водохранилища не способствует формированию литорали: высшая водная растительность занимает незначительные площади в отдельных заливах. Водоохранилище можно отнести к меромиктическим водоемам.



Жестылевское водохранилище (Источник: <https://yandex.ru/maps>)

Для исследования микробиологических показателей выловленных живых моллюсков вскрывали в стерильных условиях, выделяя следующие органы: мантию с аддуктором, сифон, ногу, полостную жидкость. Затем органы взвешивали и по отдельности растирали до гомогенной массы. Путем разведения суспензии стерильным изотоническим раствором NaCl доводили до стандартной концентрации микроорганизмов. Посев микроорганизмов из каждого органа моллюска и полостной жидкости производили на среды Эндо и мясопептонный агар (МПА).

Кроме моллюсков для микробиологических исследований были отобраны пробы грунта и воды в месте добычи, так как они являются первичным резервуаром накопления микроорганизмов, который определяет микробную обсемененность других объектов среды. Пробы воды и грунта также высевали на среды Эндо и МПА и определяли общую обсемененность воды и грунта (общее число микроорганизмов) микроскопическим методом на мембранных фильтрах. Для идентификации выделенных микроорганизмов использовали определитель Берджи [5].

Экспериментальные исследования проводили с использованием математических методов планирования эксперимента. Анализ и обработку экспериментального материала осуществляли методом математической статистики при доверительной вероятности  $p = 0,90$  и доверительном интервале  $\Delta \pm 10$ .

### Результаты исследований и их обсуждение

Результаты санитарно-микробиологического анализа моллюсков, добытых в Жестылевском водохранилище, а также общая характеристика среды их обитания в исследуемые годы, представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Санитарно-микробиологическая характеристика беззубок, % положительных проб

Год отбора проб моллюсков	Показатель		
	БГКП, в 1,0 г	Бактерии рода <i>Enterococcus</i> , в 0,1 г/см <sup>3</sup>	Сульфитредуцирующие кластридии, в 0,1 г
2016	73	10	1
2017	90	20	5

Таблица 2

Показатель КМАФАнМ беззубок и среды их обитания, КОЕ/г(КОЕ/см<sup>3</sup>)

	Часть тела моллюска			Среднее значение	Объект среды обитания	
	Нога	Мантия и аддуктор	Полостная жидкость		Вода	Ил
2016	$1,4 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	$5,3 \times 10^2$	$(1,2 \pm 0,2) \times 10^3$	$1 \times 10^2$	$2,9 \times 10^4$
2017	$2,5 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$5,8 \times 10^2$	$(1,6 \pm 0,3) \times 10^3$	$1,7 \times 10^2$	$3,1 \times 10^4$

Результаты, представленные в табл. 1, показывают, что БГКП (колиформы) в 1,0 г пробы обнаружены в 73–90% образцов моллюсков, причем численность *E. coli* типифируется в 50–75% от общего числа БГКП. Сульфитредуцирующие кластридии в 0,1 г присутствуют в летний период 2016 г. в 1% случаев от общего количества проб, в 2017 г. – количество положительных проб в пять раз больше.

Из результатов анализа (табл. 2) следует, что меньше всего обсеменена микроорганизмами полостная жидкость моллюска. Больше всего микроорганизмов в мантии и аддукторе, примерно на порядок выше, чем в полостной жидкости.

Такая же тенденция имеется и в отношении обсемененности бактериями группы кишечной палочки. Споры плесневых грибов, а также протей – не обнаружены.

Общая динамика микробиологических показателей моллюсков, выловленных в разные годы, показывает, что в летний период 2017 г. контаминация микрофлорой выше, чем в 2016 г., что связано с более интенсивным антропогенным воздействием.

Для комплексной оценки были исследованы по ряду микробиологических показателей пробы илистого грунта и воды в местах изъятия беззубок (табл. 3).

Таблица 3

Микробиологические показатели среды обитания беззубок (август 2016 г.) КОЕ/г (см<sup>3</sup>)

Объект исследования	ОМЧ (сапрофиты), КОЕ/см <sup>3</sup> (г)	БГКП, КОЕ/см <sup>3</sup> (г)	Плесневые грибы, КОЕ/см <sup>3</sup> (г)	Общий счет, кл./см <sup>3</sup> (г)
Вода	98	145	12	$3,4 \times 10^6$
Ил	$29 \times 10^3$	$4 \times 10^4$	$2 \times 10^3$	$2,1 \times 10^9$

Численность микроорганизмов в Жестылевском водохранилище характерна для водоемов такого типа средней полосы России по показателю общего микробного числа (ОМЧ) и общего счета (суммарное количество микроорганизмов, определяемое прямым микроскопическим методом) и для воды, и для илов. По этим показателям Жестылевское водохранилище – типичный мезотрофно-эвтрофный водоем.

Вместе с тем, в нем обнаруживается достаточно высокий титр БГКП и в воде, и в илах, что может быть связано с поступлением микроорганизмов из внешней среды. Так, Жестылевское водохранилище – достаточно посещаемый в летнее время купальный водоем, поэтому источником БГКП могут являться купающиеся люди. Кроме того, в прибрежной зоне водоема расположены многочисленные дачные и деревенские жилые строения. Поэтому можно заключить, что фон для возможного загрязнения моллюсков в этом водоеме достаточно благоприятный, чем и определяется высокая обсемененность моллюсков микроорганизмами.

### **Заключение**

В ходе проведения исследований установлено, что микробиологические показатели моллюсков в летний период 2017 г. характеризуются большим микробиальным загрязнением, чем в аналогичный период 2016 г. Так, показатель БГКП в 1,0 г составлял 90% и 73% случаев, соответственно.

При исследовании распространения микроорганизмов в теле клем установлена следующая зависимость: Нога > Мантия и аддуктор > полостная жидкость.

Жестылевское водохранилище по микробиологическим показателям относится к мезотрофно-эвтрофному типу. Кроме сапрофитной микрофлоры в воде присутствуют санитарно-показательные микроорганизмы (БГКП).

### **Литература**

1. *Алехина Г.П., Мисетов И.А.* Зависимость состава микрофлоры внутренних органов двусторчатого моллюска *unio pictorum* от антропогенной нагрузки на водоем // Вестник ОГУ. – 2012. – № 6 (142). – С. 153–155.
2. *Вундцеттель М.Ф.* Ихтиофауна малых рек и водоемов северного Подмосковья (эколого-фаунистический очерк) // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 714.
3. NativeFreshwaterMussels [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs144p2\\_054084.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs144p2_054084.pdf) (дата обращения: 24.02.2018).
4. *Вагнер Б.Б.* Реки и озера Подмосковья. – М.: Вече, 2006. – 480 с.
5. Определитель бактерий Берджи: в 2 томах / Под. ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита и др. – 9-е изд. – М.: Мир, 1997.

УДК 664.955.2:(634.18+634.738)

**Д.М. Селин, Н.С. Салтанова**

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

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИКРЫ ЛОСОСЕВОЙ ЗЕРНИСТОЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ ДИКОРЫСОВ**

В статье приведена пищевая ценность икры дальневосточных лососей. Приведены результаты исследований по изучению влияния добавленных в икру плодов рябины и брусники на изменение химических и органолептических показателей при хранении икры горбуши зернистой. Доказано, что дикоросы обладают ингибирующими и антиокислительными свойствами и сдерживают процессы распада белков и окисления липидов икры, обеспечивая большую устойчивость продукта при хранении.

**Ключевые слова:** икра, химический состав, пищевая ценность, антисептики, дикоросы, ингибирующее действие, антиокислительные свойства.

**D.M. Selin, N.S. Saltanova,**

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

## **TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF GRAINED SALMON CAVIAR WITH THE ADDITION OF WILD PLANTS**

The article presents the nutritional value of far eastern salmon caviar. The results of studies on the effect of ashberries and cranberries in the caviar on the change of chemical and organoleptic indicators during storage of pink salmon caviar are presented. It is proved that wild plants have inhibitory and antioxidant properties and inhibit the processes of protein decay and oxidation of caviar lipids, providing greater stability of the product during storage.

**Key words:** caviar, chemical composition, nutritional value, antiseptics, wild plants, inhibitory effect, antioxidant properties.

Среди деликатесных пищевых продуктов, выпускаемых предприятиями рыбной промышленности Камчатского края, уникальными органолептическими свойствами и высокой пищевой ценностью характеризуется лососевая зернистая икра.

Химический состав икры дальневосточных лососей различается незначительно, но он подвергается существенным сезонным изменениям: колебания в содержании воды составляют от 49,7 до 68,0%, липидов – от 9,8 до 19,7%, белка – от 26,1 до 36,1%, минеральных веществ – от 0,7 до 2,4% (табл. 1) [1].

*Таблица 1*

**Химический состав икры дальневосточных лососей**

Вид рыбы	Содержание в икре, %			
	воды	белка	липидов	минеральных веществ
Кета охотская	55,46	28,61	12,10	1,75
Горбуша	49,70–59,60	22,90–37,60	9,80–14,37	1,4–2,0
Нерка	56,40–68,0	20,10–29,0	10,0–13,23	0,7–1,7
Кижуч	58,91	30,24	10,12	0,7
Чавыча	51,4–69,50	21,40–34,80	8,7–18,50	1,2–1,9

Икра лососевых видов рыб характеризуется высоким содержанием липидов и белка. Белок содержит все незаменимые аминокислоты. Сумма незаменимых аминокислот икры достаточно

высока и составляет около 50% от общей суммы аминокислот. Белки икры отличаются от белков мышечной ткани и молока более высоким содержанием лейцина и изолейцина и пониженным содержанием диаминокислот – лизина и аргинина [2, 3].

По мере созревания половых продуктов содержание липидов уменьшается, а содержание воды увеличивается [4, 5]. Важным структурным компонентом липидов клеток, в том числе и икринок, считается холестерин, который играет большую роль в обменных процессах и служит источником для биосинтеза ряда биологически значимых веществ, таких как желчные кислоты, стероидные гормоны, витамин D и др. [5]. Содержание холестерина в липидах икры лососевых рыб изменяется в широком диапазоне – от 1,2 до 12%.

Триглицериды рыб гетерогенны и характеризуются, в отличие от триглицеридов других классов позвоночных животных, большим набором жирнокислотных радикалов и большей степенью их ненасыщенности. Из полиненасыщенных жирных кислот в икре тихоокеанских лососей преобладают пентаеновые (12,9–17,5%) и гексаеновые (17,3–25,2%) жирные кислоты [6]. Считается, что высокое содержание в липидах икры лососевых пента- и гексаеновых жирных кислот, а также низкий уровень кетолеиновой кислоты (менее 0,5%) является наиболее благоприятным для человека жирнокислотным составом липидов как средства профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

Общее содержание минеральных веществ в икре выше, чем в мышечной ткани рыбы. Наибольшее значение имеют (мг%): фосфор (290–370), входящий в состав органических соединений икры (ихтулина и лецитина), сера (100–140), хлор (150–295), калий (125–230), натрий (80–195), кальций (40–160), магний (15–170) и др. [6, 7].

Пищевую ценность лососевой икры определяют и витамины. По данным И. В. Кизеветтера, в 100 г икры содержится до 0,20–4,6 мг витамина А и 0,1–0,6 мг витамина D. Содержание витамина А в икре тихоокеанских лососей выше, чем в икре таких рыб, как, например, осетровые (0,12–0,24 мг%), скумбрия (0,3–1,5 мг%), дальневосточная навага и речной налим (0,45–0,90 мг%), а также муксун, пелядь и пыжьян (0,13–0,53 мг%). Кроме того, в лососевой икре обнаружено присутствие витаминов В<sub>1</sub> и С [6, 8].

Таким образом, икра представляет собой природный комплекс, обладающий высокой биологической и пищевой ценностью [1, 5]. На состояние ястыков и икры существенно влияют микробиологические и автолитические процессы [8]. В результате окисления и гидролитического расщепления липидов изменения органолептических показателей икры выражаются в приобретении ею неприятного запаха и вкуса. Микрофлора лососевой икры в основном представлена кокками, в значительном количестве встречаются гнилостные бактерии [9, 10]. Жизнедеятельность микроорганизмов в икре становится наиболее интенсивной при температуре 18–20°C и заметно снижается при понижении температуры до 0°C.

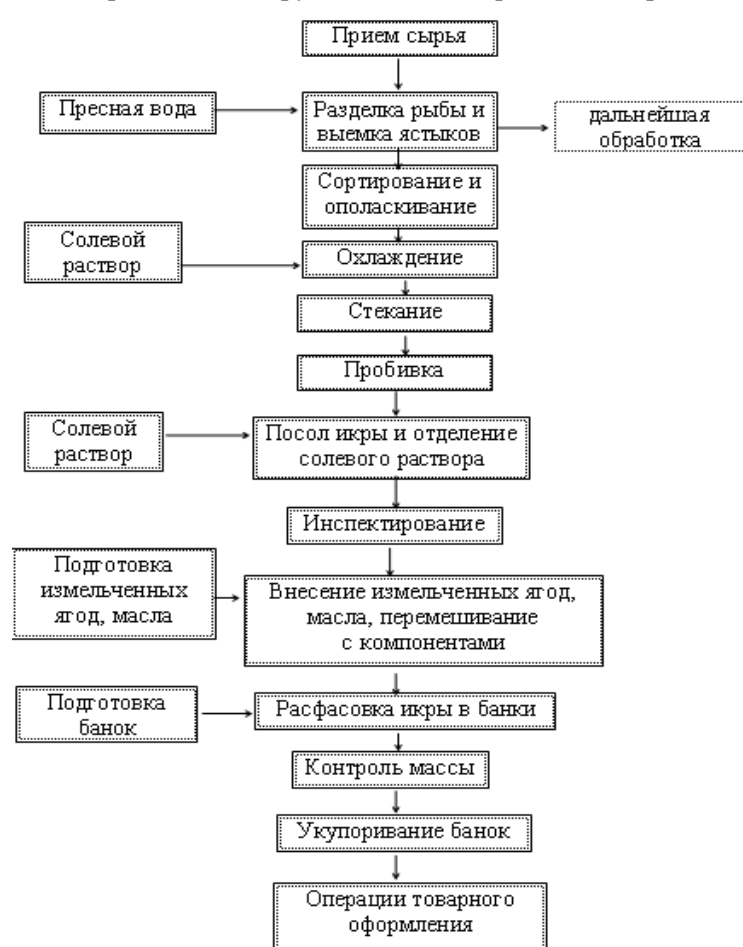
Приоритетной задачей при производстве лососевой икры является обеспечение высокого качества готовой продукции и допустимого уровня бактериальной обсемененности продукции, что достигается применением консервантов [11, 12]. С недавнего времени использование уротропина, являющегося совместно с сорбиновой кислотой традиционным консервантом для икры лососевой зернистой, запрещено, в связи с чем перерабатывающим предприятиям рыбной промышленности стали предлагать широкий перечень консервантов, в том числе и иностранного производства, не прошедших в полном объеме необходимых санитарно-гигиенических испытаний.

В последнее время все большее внимание потребителей уделяется вопросам здорового питания, делается приоритет в выборе пищевых продуктов без химических добавок. Но для обеспечения сохранения качества икры без консервантов необходимо повышать ее соленость, что приводит к ухудшению ее органолептических свойств и снижает полезность продукта (в последние годы характерно производство продукции с пониженным содержанием хлористого натрия в целях предотвращения нарушения солевого обмена в организме человека, сердечно-сосудистых и других заболеваний [13]). При этом консервирование икры только хлоридом натрия и хранение при отрицательной температуре не обеспечивает необходимого микробиологического уровня безопасности при длительном хранении. На основании вышесказанного возникла необходимость в поиске натуральных веществ, которые обеспечат микробиологическую и пищевую безопасность готовой продукции.

Альтернативой существующим консервантам могут являться дикоросы. Одними из самых популярных дикоросов Камчатского края являются рябина и брусника.

Рябина бузинолистная (*Sorbus sambucifolia*) распространена по всей Камчатке [14]. Плоды рябины содержат яблочную, лимонную, винную и янтарную кислоты (2,5%), дубильные (0,5%) и пектиновые (0,5%) вещества, сорбозу, глюкозу, фруктозу, сахарозу, сорбит, сорбиновую кислоту, аминокислоты, эфирные масла, соли калия, кальция, магния, натрия, железа, марганца, меди. Богаты плоды рябины витамином С (до 160 мг%) и каротином (до 56 мг%). Сорбиновая кислота обладает бактерицидными свойствами, и поэтому ее применяют при консервировании.

Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitisidaea*) произрастает по всей Камчатке [14]. В ягодах брусники содержится ряд важных в биологическом отношении веществ – сахара, органические кислоты, витамины, дубильные вещества. Из органических кислот в ягодах брусники содержатся лимонная, яблочная, винная, салициловая, борная и бензойная. Бензойная кислота представляет собой антисептик, сдерживающий процесс брожения в брусничном соке. В ягодах брусники найдены в небольших количествах витамины группы В – 0,03 мг%, Е – 1,0 мг%, провитамин А (каротин) – 0,05–0,10 мг%. В составе ягод брусники имеется небольшое количество минеральных веществ (0,26–0,35% сырой массы): магний, кальций, железо, калий, натрий, фосфор, марганец, кремний. Обнаружены также барий, цинк, хром, молибден и ряд других элементов.



Технологическая схема производства икры лососевой зернистой

- контрольный образец (без добавления ягод);
- опытный образец 1 (количество измельченных ягод рябины 5% от массы икры);
- опытный образец 2 (количество измельченных ягод рябины 7% от массы икры);
- опытный образец 3 (количество измельченных ягод рябины 10% от массы икры);
- опытный образец 4 (количество измельченных ягод рябины и брусники по 2,5% от массы икры);
- опытный образец 5 (количество измельченных ягод рябины и брусники по 3,5% от массы икры);

Таким образом, кроме ценных нутриентов в плодах рябины и брусники содержатся вещества, обладающие консервирующими свойствами – сорбиновая кислота в рябине и бензойная кислота в бруснике. Введение в состав икры дикоросов позволит увеличить срок годности продукта, а также обогатить продукт ценными нутриентами.

С учетом выше изложенного целью исследования является разработка технологии икры лососевой зернистой, позволяющей получить продукцию с высокими органолептическими свойствами и пищевой ценностью за счет использования дикоросов в качестве консервантов.

Технологическая схема производства икры горбуши зернистой с добавлением измельченных ягод приведена на рисунке.

Посол икры осуществлялся тузлучным способом до содержания поваренной соли в икре 4–4,5% [10].

Для проведения исследований были подготовлены следующие образцы икры лососевой:

- опытный образец 6 (количество измельченных ягод рябины и брусники по 5% от массы икры);
- опытный образец 7 (количество измельченных ягод рябины 3% от массы икры, ягод брусники – 2% от массы икры);
- опытный образец 8 (количество измельченных ягод рябины 4% от массы икры, ягод брусники – 3% от массы икры);
- опытный образец 9 (количество измельченных ягод рябины 6% от массы икры, ягод брусники – 4% от массы икры).

Органолептическую оценку качества всех образцов икры проводили на дегустационном совещании на кафедре «Технологии пищевых производств», где наилучшие оценки получили опытные образцы 8 и 9, т. к. в этих образцах вкус ягод выражен умеренно, гармоничен, икринки упругие, со слегка влажной поверхностью, разбористые – отделяются одна от другой.

Проведены исследования влияния плодов рябины и брусники на изменения, протекающие в липидах и белковых веществах икры в процессе ее хранения при температуре плюс 2 – плюс 4°C (табл. 2).

Таблица 2

**Зависимость изменения кислотного, перекисного чисел и аминного азота от продолжительности хранения икры лососевой зернистой, приготовленной с добавлением дикоросов**

Показатель		Продолжительность хранения, сут				
		0	7	10	14	21
Кислотное число, мг КОН на 1 г липидов	Контрольный образец	2,4	2,5	4,2	5,4	8,3
	Опытный образец 8	2,4	2,6	2,8	3,6	4,1
	Опытный образец 9	2,3	2,6	2,8	3,5	3,9
Перекисное число, % J <sub>2</sub> на 1 г липидов	Контрольный образец	0,0094	0,0146	0,0187	0,0241	0,0297
	Опытный образец 8	0,0094	0,0098	0,0114	0,0143	0,0164
	Опытный образец 9	0,0094	0,0096	0,0108	0,0113	0,0156
Аминный азот, мг на 100 г	Контрольный образец	35,0	78,75	113,75	122,50	134,88
	Опытный образец 8	35,0	61,25	91,88	108,13	115,25
	Опытный образец 9	35,0	61,25	90,24	98,07	104,32

Как видно из данных табл. 2, в процессе хранения меньшим изменениям подвергались липиды и белковые вещества опытных образцов икры с добавлением ягод рябины и брусники, что связано с наличием в ягодах органических кислот, которые обладают антиокислительным и ингибирующим действием [14]. В контрольном образце распад белков происходил интенсивнее, что подтверждается увеличением количества аминного азота в 3,9 раза и возрастанием кислотного числа до 8,3 мг КОН/г жира и перекисного числа жира до 0,0297%J<sub>2</sub>.

Органолептическая оценка качества икры показала, что в контрольном образце на 17-е сутки наблюдался кисловатый привкус, появился отстой, незначительный привкус окислившегося жира, а на 21-е сутки появился значительный неприятный запах и вкус окислившегося жира, в то время как в опытных образцах слабовыраженный привкус окислившегося жира наблюдался на 21-е сутки, а выраженный вкус и запах окисления – на 28-е сутки.

Таким образом, исследования показали, что в процессе приготовления икры ингибирующие и антиокислительные свойства ягод рябины и брусники сдерживали процессы распада белков и окисления липидов, обеспечивая большую устойчивость икры при хранении.

Дальнейшая работа направлена на исследование изменения микробиологических показателей икры зернистой с добавлением дикоросов в процессе ее хранения.

### Литература

1. Рубцова Т.Е. Обоснование и разработка технологии пастеризованной икры лососевых рыб: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2003. – 204 с.
2. Наседкина Е.А., Пушкарева Н.Ф. Аминокислотный состав икры и тканей тела приморской горбуши // Рыб. хоз-во. – 1969. – № 12. – С. 53–56.
3. Головкин Н.А., Мелузова Л.А., Анухова М.М. Изменение белков свежей икры, хранящейся при отрицательных температурах // Известия вузов. Пищ. пром-ть. – 1965. – № 3 (46). – С. 34–42.



4. *Никонова Н.А.* Определение качества соленой лососевой икры по химическим показателям // Изв. ТИНРО. – 1951. – Т. 34. – С. 195–205.
5. *Штанько Т.И., Иванова А.В.* Химический состав и пищевая ценность лососевой икры // Исследования мирового океана: Материалы Междунар. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения И.В. Кизеветтера. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. – С. 445–448.
6. *Кизеветтер И.В.* Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
7. Характеристика минерального состава осетровой, лососевой, белковой зернистой и белковой красной икры / *Г.М. Варшал, Е.Н. Савинова и др.* // Сб. научн. трудов ВНИРО: Исследование по технологии рыбных продуктов. – 1986. – С. 129–134.
8. *Вахрушева М.Н., Будаева Г.В., Репина З.С.* Биологическая ценность белков икры горбуши и изменение ее при хранении // Сб. науч. трудов: Исследование по технологии гидробионтов дальневосточных морей. – Владивосток, ТИНРО, 1986. – С. 10–13.
9. Влияние нового консерванта на микрофлору лососевой икры / *В.Н. Акулин, Ю.Г. Блинов* и др. // Изв. ТИНРО. – 1997. – Т. 120. – С. 68–71.
10. Технология комплексной переработки гидробионтов / *Т.М. Сафронова* [и др.]. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 512 с.
11. *Борисочкина Л.И.* Антиокислители, консерванты, стабилизаторы, красители, вкусовые и ароматические вещества в рыбной промышленности. – М.: Пищевая пром-ть, 1976. – 184 с.
12. *Ягер Э., Люк М.* Консерванты в пищевой промышленности. – 3-е изд. – Пер. с нем. – СПб: ГИОРД, 2003. – 256 с.
13. *Андреев Н.Г., Слуцкая Т.Н.* Применение пониженных дозировок соли при производстве горбуши бочкового посола // Рыбное хоз-во. – 1986. – № 2. – С. 74–76.
14. *Сметанин А.С., Богоявленский В.Ф.* Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во ГУП ИПК Дальпресс, 2000. – 212 с.

УДК 664.951.037.5:597.541

**С.А. Ткаченко, Е.С. Чупикова, Е.В. Якуш**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),*

*Владивосток, 690091*

*e-mail: elena.chupikova@tinro-center.ru*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
МОРОЖЕНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ САРДИНЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ (ИВАСИ)  
В ПРОЦЕССЕ ХОЛОДИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ**

Исследованы профильным методом органолептические свойства мороженой продукции из сардины дальневосточной (иваси). Установлено, что применение современных упаковочных материалов позволяет сохранить органолептические характеристики мороженой сардины в течение срока годности, превышающего рекомендованный действующей нормативной и технической документацией.

**Ключевые слова:** сардина дальневосточная (иваси), органолептическая оценка, профильный метод, профилограмма, холодильное хранение.

**S.A. Tkachenko, E.S. Chupikova, E.V. Yakush**

*Pacific Fisheries Research Center (TINRO-Center)*

*Vladivostok, 690091*

*e-mail: elena.chupikova@tinro-center.ru*

**INVESTIGATION OF CHANGING ORGANOLEPTIC PROPERTIES  
OF FROZEN PRODUCTION FROM SIRDIN OF JAPANESE SARDINE  
IN THE PROCESS OF REFRIGERATED STORAGE**

The organoleptic properties of frozen products from the japanese sardine are investigated by a profile method. It is established that application of modern packaging materials allows to keep organoleptic characteristics of frozen sardines during the expiration date exceeding recommended by the existing standard and technical documentation.

**Key words:** japanese sardine, organoleptic properties, profile method, profilogram, refrigerated storage.

По вылову гидробионтов Дальневосточный регион является наиболее значимым. Среди большого количества промысловых объектов, добываемых в дальневосточном бассейне, сардина дальневосточная (иваси) в последнее время занимает особое место в связи с возможностью значительного увеличения объемов вылова этой рыбы [1, 2].

Ранее авторами было отмечено, что стандартная технология мороженой продукции из сардины дальневосточной (иваси), соответствующей требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 32366-2013 «Рыба морожена. ТУ», предусматривает двухмесячный срок годности, и в период массового подхода сардины могут возникнуть затруднения по ее переработке из-за значительной удаленности мест промысла от мест обработки. Исследования последних лет позволили за счет использования современных упаковочных материалов увеличить срок годности мороженой сардины дальневосточной (иваси) до 7 мес. без ухудшения ее потребительских свойств и без снижения безопасности продукции [3].

Однако, учитывая сезонность промысла и высокую потребность предприятий, выпускающих пресервы и продукцию другого ассортимента, в круглогодичном обеспечении сырьем, дальнейшие исследования показателей качества и безопасности сардины дальневосточной (иваси) при холодильном хранении являются важной задачей рыбохозяйственных исследований. Решение данной проблемы будет способствовать реализации Доктрины продовольственной безопасности РФ, гарантиями достижения которой являются стабильность внутреннего производства [4].

Данные предыдущих исследований показали, что показатели безопасности мороженой продукции из сардины дальневосточной (иваси) со сроком хранения 7 мес. значительно ниже предельно допустимых уровней, регламентируемых технических регламентов на мороженую рыбу. Учитывая, что в процессе холодильного хранения показатели безопасности мороженой рыбы, в том числе содержание токсичных элементов, нитрозамина, пестицидов, полихлорированных бифенилов, радионуклидов, и микробиологические показатели изменяются незначительно, ведущая роль при установлении сроков годности принадлежит органолептическим характеристикам, которые в значительной мере определяют потребительские свойства продукции, в конечном счете формируют спрос [5].

В связи с этим целью исследований являлось изучение органолептических свойств мороженой сардины дальневосточной (иваси) в процессе холодильного хранения.

### Материалы и методы

Объектом исследований являлась сардина дальневосточная (иваси) (*Sardinops melanosticta*), выловленная в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны. Образцы сардины были заморожены в неразделанном виде, глазированы и упакованы в мешки-вкладыши пленочные с последующей упаковкой в ящик из гофрированного картона, предварительно выстланный мешком-вкладышем полиэтиленовым. Хранение образцов осуществлялось при температуре минус 18°C.

Органолептическая оценка качества мороженой продукции проводилась профильным методом закрытым способом путем заполнения анкет зашифрованных образцов продукции. Внешний вид, цвет, запах, консистенцию, вкус определяли стандартным методом. Дополнительно исследовали органолептические показатели образцов в пробе на варку [5].

Математическую обработку результатов и построение графиков проводили с использованием пакета Microsoft Excel 2000.

### Результаты и их обсуждение

Дегустационная, или органолептическая оценка, проводимая с помощью органов чувств, наиболее древний и широко распространенный способ определения качества продукции. Как правило, методы лабораторного анализа более сложны и трудоемки по сравнению с приемами органолептической оценки и позволяют характеризовать только частные признаки качества, а дегустационный анализ быстро и при правильной постановке анализа объективно дает общее впечатление о качестве продуктов [5].

С целью исследования органолептических свойств продукции нами был выбран профильный метод. Суть метода состоит в том, что сложное понятие одного из таких показателей, как вкус, запах, консистенция и др. представляется в виде простых, отдельных составляющих, которое оцениваются испытателями по качеству и интенсивности.

Для оценки изменения органолептических характеристик мороженой сардины дальневосточной (иваси) в процессе холодильного хранения была разработана балльная шкала. Каждый показатель (внешний вид, консистенция, цвет, запах, вкус) имел от 3 до 5 степеней качества, выраженных в баллах. При этом баллы 1–2 – отрицательные показатели качества, а 3–5 – положительные. Характеристика органолептических показателей в баллах представлена в таблице.

Таблица

**Балльная шкала для оценки органолептических показателей качества сардины дальневосточной (иваси)**

Показатели	Характеристика	Баллы
1. Внешний вид (после размораживания блоков)	Отсутствуют	5
1.1 Механические повреждения рыб и кожного покрова	Незначительные	3
	Значительные	1
1.2 Цвет поверхности рыб	Свойственная данным видам рыб	5
	Потускневший	3
	Тусклый	1
1.3 Состояние брюшка	Целое	5
	Частично лопнувшее	3
	Лопнувшее	1

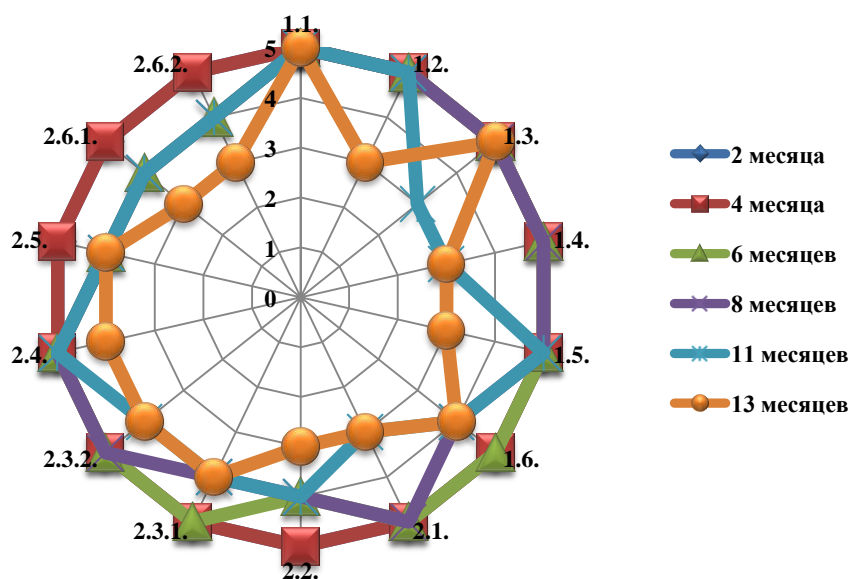
Показатели	Характеристика	Баллы
<b>1.4</b> Пожелтение	Отсутствует	5
	Незначительное	3
	Значительное	1
<b>1.5</b> Консистенция	Плотная	5
	Ослабевшая	3
	Дряблая	1
<b>1.6</b> Запах (степень сохранения запаха, свойственной данной продукции)	Значительно выраженный	5
	Умеренно выраженный	4
	Незначительно выраженный	3
	Едва уловимый	2
	Отсутствует	1
<b>2. Проба на варку:</b>		
<b>2.1</b> Внешний вид бульона	Прозрачный	5
	Мутноватый	3
	Мутный	1
<b>2.2</b> Запах бульона (Степень сохранения запаха бульона, свойственного данной рыбе)	Значительно выраженный	5
	Умеренно выраженный	4
	Незначительно выраженный	3
	Едва уловимый	2
	Отсутствует	1
<b>2.3</b> Вкус бульона 2.3.1 – степень сохранения свойственного данной рыбе вкуса	Значительно выраженный	5
	Умеренно выраженный	4
	Незначительно выраженный	3
	Едва уловимый	2
	Отсутствует	1
2.3.2 – степень проявления вкуса окислившегося жира	Отсутствует	5
	Едва уловимый	4
	Слабый	3
	Умеренно выраженный	2
	Значительно выраженный	1
<b>2.4</b> Консистенция рыбы после варки	Плотная	5
	Мягковатая	3
	Мягкая	1
<b>2.5</b> Запах рыбы (Степень сохранения запаха, свойственного данной рыбе)	Значительно выраженный	5
	Умеренно выраженный	4
	Незначительно выраженный	3
	Едва уловимый	2
	Отсутствует	1
<b>2.6</b> Вкус 2.6.1 – степень сохранения свойственного данной рыбе вкуса	Значительно выраженный	5
	Умеренно выраженный	4
	Незначительно выраженный	3
	Едва уловимый	2
	Отсутствует	1
2.6.2 – степень проявления вкуса окислившегося жира	Отсутствует	5
	Едва уловимый	4
	Слабый	3
	Умеренно выраженный	2
	Значительно выраженный	1

Для обеспечения статистической обоснованности результатов число независимых участников дегустации, неосведомленных о шифрах образцов, составляло 8–12 человек. По итогу дегустации рассчитывали среднее арифметическое значение каждого единичного показателя и строили профилограмму.

Изменения органолептических свойств мороженой сардины дальневосточной (иваси) в процессе холодильного хранения представлены на профилограмме (рисунок).

Анализ профилограммы свидетельствует, что на протяжении 13 мес. хранения органолептические показатели мороженой сардины дальневосточной (иваси) имели положительные оценки. Внешний вид рыб – целый без повреждений, у некоторых экземпляров рыб отмечено незначительное пожелтение, не связанное с окислением мышечной ткани рыб. После варки мясо

исследуемого объекта характеризовалось плотной консистенцией. Большинство дегустаторов, как в вареном мясе сардины дальневосточной (иваси), так и в бульоне порочащих признаков в запахе и во вкусе не отметили.



Профилограмма дегустационной оценки сардины дальневосточной (иваси) мороженой в процессе хранения

### Вывод

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что в процессе холодильного хранения при температуре минус 18°C сардина дальневосточная (иваси) на протяжении 12 мес. соответствует требованиям, предъявляемым к мороженой продукции межгосударственным стандартом ГОСТ 32366 «Рыба мороженая. Технические условия», по органолептическим характеристикам.

### Литература

1. Бочаров Л.Н., Байталюк А.А., Мельников И.В. Ресурсный потенциал отечественного рыболовства на Дальневосточном бассейне // Рыбное хоз-во. – 2015. – № 3. – С. 64–69.
2. Особенности пространственного распределения и поведения японской скумбрии и дальневосточной сардины в прикурильских водах Северо-Западной части Тихого океана в летний период 2015–2016 годов / М.Ю. Кузнецов, В.И. Поляничко, Е.В. Сыроваткин, В.И. Шевцов // Рыбное хоз-во. – 2017. – № 2. – С. 56–62.
3. Чутикова Е.С., Селиванчик С.А., Якуш Е.В. Современное состояние нормативной базы для переработки дальневосточной сардины (*Sardinops melanosticta*) и японской скумбрии (*Scomber japonicas*) как перспективных объектов промысла Дальнего Востока // Известия ТИНРО. – 2015. – Т. 183. – С. 284–289.
4. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: Утв. Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120.
5. Чугунова О.В. Научный обзор: Сенсорный анализ и его значение в оценке качества и безопасности пищевых продуктов // Научное обозрение. Технические науки. – 2016. – № 3. – С. 118–129.
6. ГОСТ 7631-2008 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. – М.: Стандартинформ, 2010.

УДК 664. 959.5

**Б.А. Чмыхалов**

*Камчатский государственный технический университет*

*Петропавловск-Камчатский, 683003*

*e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ОТХОДОВ РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СНЕКОВ**

Предложенная в работе технология снеков из высокоминерализованных отходов рыбной отрасли – костной и хрящевой ткани дальневосточных лососей – позволяет получить продукцию, отличающуюся ценным минеральным составом, содержащую биологически активные вещества. Отсутствие химических консервантов и пониженное содержание соли сделают продукцию привлекательной для потребителя.

**Ключевые слова:** снеки, высокоминерализованное сырье, костная ткань, хрящевая ткань, минеральные вещества.

**B.A. Chmykhalov**

*Kamchatka State Technical University,*

*Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003*

*e-mail: chmykhalovav@mail.ru*

## **THE POSSIBILITY OF USING SALINE WASTE OF THE FISHING INDUSTRY FOR SNACK PRODUCTION**

The proposed technology of snacks from highly mineralized waste of fish industry such as bone and cartilage tissue of far eastern salmon allows to obtain products with a valuable mineral composition containing biologically active substances. The absence of chemical preservatives and low salt content make production attractive to the consumer.

**Key words:** snacks, highly mineralized raw materials, bone tissue, cartilage, minerals.

Популярным видом пищевой продукции среди потребителей всех возрастных групп, и особенно среди молодежи и подростков, являются снеки.

Понятие «снек» охватывает легкие закуски, которые можно употреблять между основными приемами пищи в качестве перекусов и без столовых приборов. К снекам относят крекеры, чипсы, сухарики, семечки, орешки, попкорн, кукурузные палочки, шоколадные батончики, сушеных кальмаров, сушеную рыбу и пр.

Особенностями снеков являются простота употребления, полная кулинарная готовность, наличие потребительской упаковки, довольно длительный срок годности, небольшая масса одной порции (как правило, на один перекус, до 100 г).

В настоящее время снеки производят практически в каждой стране, но при этом снеки имеют существенные отличия. Так, например, в Америке для перекусов часто используются чипсы, крекеры и другие снеки, отличающиеся высокой энергетической ценностью, но минимальным количеством полезных веществ. Во Франции к снекам относят и канапе. В странах восточной Европы популярны натуральные, полезные для здоровья варианты, такие как семечки и орехи [1].

Появление снековой продукции можно отнести к 1937 г. Это событие связано с ассоциацией производителей, в которую вошли такие крупные компании, как «Frito-Lay» и «Procter&Gamble». В России же понятие «снек» вошло в оборот лишь в середине 90-х гг. прошлого века. Но в последние десятилетия потребление таких продуктов значительно возросло, и на рынке снеков появились отечественные производители, что связано с высокой прибыльностью бизнеса [1].

Все снеки можно разделить на натуральные и ненатуральные (иногда их называют классическими). К первой группе относятся, прежде всего, орешки и семечки, а во вторую входят продукты с различными добавками, приготовленные разными способами. Снеки бывают сладкие и несладкие. К сладким относят кукурузные палочки, хлопья и другие продукты с добавлением сахара. К несладким относят все остальные, в них часто добавляют соль, приправы. Выделяют снеки, изготовленные из муки – это соломка, крекеры, сухарики. Также выделяются морские снеки – сушеные кальмары, рыбная соломка, разделанные соленые тушки маленьких рыб и пр.

К недостаткам большинства видов снеков можно отнести следующие:

- снеки отличаются высокой калорийностью, в том числе за счет высокого содержания сахара;
- в большинстве снеков весьма незначительное количество полезных нутриентов, но содержится много искусственных пищевых добавок (консервантов, ароматизаторов, красителей);
- большинство снеков сухие, разбухают в желудочно-кишечном тракте, что приводит к запорам;
- соленые снеки, в том числе морские снеки, содержат большое количество поваренной соли, которая задерживает жидкость в организме, что может провоцировать повышение артериального давления;
- подавляющее большинство снеков изготавливают на основе зерновых; технология их приготовления предусматривает процесс обжарки, в результате чего готовые снеки содержат продукты гидролиза липидов и являются небезопасными для здоровья.

Целью проводимого нами исследования является разработка технологии снеков на основе высокоминерализованных отходов рыбной промышленности (отходов переработки дальневосточных лососей), повышенного уровня функциональности, содержащих белки, ценные макро- и микроэлементы, биологически активные вещества при минимальном количестве поваренной соли.

Отходы переработки рыбного сырья являются источником белков, минеральных элементов, липидов и могут использоваться в производстве пищевой продукции. Особая группа рыбных отходов являются костные. До недавнего времени их использовали в основном на кормовые цели или не использовали вовсе. В то же время объем костных отходов при производстве рыбопродукции весьма значителен. Так, по данным статистики, в 2017 г. в Камчатском крае добыто более 240 тыс. т лососевых [2]. Кости в горбуше составляют 3,3–6,6% от массы тела, в кете 4,4–5,6% [3]. При этом на долю хребтовых костей приходится в среднем 12% [4].

Согласно принятой в настоящее время классификации, кости – твердые отходы рыбной промышленности – относятся к группе отходов с высоким содержанием минеральных веществ. Они традиционно считаются непригодными [5].

Костная ткань рыб в значительной мере состоит из белковых веществ и нерастворимых фосфатов кальция. Белки представлены в основном коллагеном и на 73–95% представлены оссеоальбумоидами. Костные белки образуют каркасную сетку, в ячейках которой откладываются минеральные компоненты костной ткани [6]. Кальций составляет 60% минеральных веществ и содержится в костной ткани рыб в усвояемой для человека форме. В костях содержится также значительное количество липидов [7].

Общее содержание минеральных веществ в сухой обезжиренной костной ткани гидробионтов в зависимости от их вида и возраста изменяется от 26 до 92%. В состав костной ткани, кроме кальция и фосфора, входят такие элементы, как магний, фтор, стронций [6].

Содержание нутриентов в рыбной костной ткани приведено в табл. 1 [8].

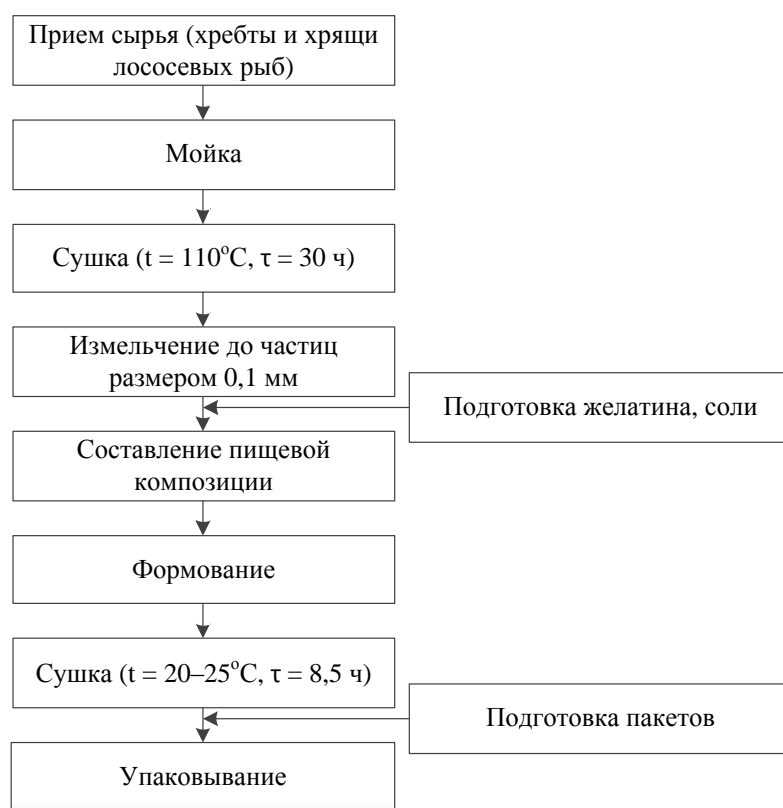
Таблица 1

Содержание нутриентов в костной ткани рыб

Нутриент	Суточная норма потребления	Содержание, г в 100 г костной ткани	% от нормы потребления в 100 г костной ткани
Белки	76 г	17,5 г	23
Жиры	60 г	2 г	3,3
Вода	2400 г	70 г	2,9
Витамин РР	20 мг	2,9 мг	14,5
Сера	1000 мг	175 мг	17,5
Хлор	2300 мг	165 мг	7,2
Молибден	70 мкг	4 мкг	5,7
Фтор	4000 мкг	430 мкг	10,8
Хром	50 мкг	55 мкг	110
Цинк	12 мг	0,7 мг	5,8

К ценному высокоминерализованному сырью, помимо костей, относят хрящевую ткань рыб. Так, хрящевая ткань лососевых содержит гексозамины (1,1%), сульфатионы (6,2%), белки (12,84%), в том числе коллаген (6,0%) [9]. Ценным биологически активным веществом хрящей является хондроитинсульфат [6]. Эти вещества входят в состав коммерческих препаратов противовоспалительного действия [9].

Для приготовления снеков нами были использованы хребтовые кости с прирезами мышечной ткани и хрящи горбуши. Мышечная ткань дальневосточных лососей содержит до 2,4 мг/кг витамина D [10], способствующего лучшему усвоению кальция организмом человека. Технологическая схема производства снеков приведена на рисунке.



Технологическая схема приготовления снеков из высокоминерализованных отходов дальневосточных лососей

Особое внимание в работе было уделено подготовке сырья к измельчению. При подготовке важно достичь хрупкости, при которой костную и хрящевую ткани легко можно измельчить до порошкообразного состояния. Для повышения хрупкости применяли сушку. В ходе отработки режима сушки рациональной была принята температура 110°C и продолжительность 30 ч.

После сушки полуфабрикат измельчали в дробилке. На основе полученного порошка была составлена пищевая композиция, состав которой приведен в табл. 2.

Таблица 2

Рецептура пищевой композиции на основе порошка из высокоминерализованных отходов дальневосточных лососей

Компонент	Количество, г на 1000 г смеси
Порошок из высокоминерализованных отходов дальневосточных лососей	987
Соль с пониженным содержанием натрия	10
Желатин	3

Примечание. Для набухания желатина использовали питьевую воду в количестве 300 г.

Из подготовленной смеси формовали пласти толщиной 6–8 мм, порционировали их на квадратики размером 20×20 мм, затем высушивали при температуре 20–25°C до остаточной влажности не более 20%.



Приготовленные снеки характеризовались приятным рыбным вкусом, плотной консистенцией.

Предложенная технология снеков представляет собой один из вариантов использования высокоминерализованных отходов рыбоперерабатывающих производств для приготовления пищевой продукции, пользующейся спросом потребителей. Предполагается невысокая стоимость продукта за счет применения отходов, традиционно считающихся непищевыми.

Дальнейшие исследования направлены на определение пищевой и энергетической ценности продукции, ее показателей качества и безопасности, срока годности.

### Литература

1. Классификация снеков [Электронный ресурс]. – URL: <https://znaytovar.ru/new344.html>.
2. URL: <http://www.kam24.ru/news/main/20171003/52402.html>.
3. *Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинев Е.Г.* Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: ХК «Новая книга», 2005. – 264 с.
4. *Liaset B., Julshamn K., Espe M.* Chemical composition and theoretical nutritional evaluation of the produced fractions from enzyme hydrolysis of salmon frames with Protamex // *Process Biochemistry*. – 2003. – Vol. 12. – P. 1747–1759.
5. *Дацун В.М.* Вторичные ресурсы рыбной промышленности. – М.: Колос, 1995. – 96 с.
6. Биотехнология рационального использования гидробионтов: Учеб. / Под ред. О. Я. Мезеновой. – СПб.: Лань, 2013. – 416 с.
7. *Байдалинова Л.С., Яржомбек А.А.* Биохимия сырья водного происхождения: Учеб. пособие. – М.: Моркнига, 2011. – 506 с.
8. Калорийность. Кости рыбные. Химический состав и пищевая ценность [Электронный ресурс]. – URL: [http://health-diet.ru/base\\_of\\_food/sostav/527.php](http://health-diet.ru/base_of_food/sostav/527.php).
9. Биотехнология морепродуктов / *Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова* [и др.]. – М.: Мир, 2006. – 560 с.
10. *Абрамова Л.С., Копыленко Л. Р., Кириченко С. Г.* Информационные сведения о пищевой ценности продуктов из гидробионтов. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 96 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

### **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 «Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океано- графии» (КамчатНИРО)**

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

Тел./факс: (415-2) 41-27-01

E-mail: kamniro@kamniro.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

### **ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (ДГТУ)**

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

Тел.: (863) 2738511

E-mail: reception@donstu.ru

### **ФБУ «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»**

683031, г. Петропавловск-Камчатский, пр-т Карла Маркса, 29/1

Тел.: (4152) 25-19-39; факс: (4152) 25-19-39

E-mail: ktmd\_torg@kcmimpr.r.iks.ru

### **ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»**

690950, г. Владивосток, ул. Луговая, 52-б

Тел.: (4232) 44-03-06, факс (4232) 44-24-32

E-mail: 4232441176@mail.ru

### **ООО «Северная широта»**

683031, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Топоркова, 1–16

Тел.: 4152-425630

**Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова**

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

*Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции  
(20–22 марта 2018 г.)*

В авторской редакции  
Технический редактор О.А. Лыгина  
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина  
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 17.05.2018 г.  
Формат 61\*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 19,83. Уч.-изд. л. 20,2. Усл. печ. л. 21,16  
Тираж 200 экз. Заказ № 5

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35