

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

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

*Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции  
(24–26 марта 2015 г.)*

*Часть I*

Петропавловск-Камчатский  
2015

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск

*Н.Г. Клочкова,*  
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*В.И. Карпенко, д.б.н.; Л.Н. Саушкина, к.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.;  
М.В. Ефимова, к.б.н.; Л.М. Хорошман, к.г.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.,  
К.В. Алтухов, к.т.н.; О.А. Белов, к.т.н., С.Ю. Труднев, С.В. Гаврилов*

П77

**Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование** : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (24–26 марта 2015 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2015. – 163 с.

ISBN 978-5-328-00316-2

ISBN 978-5-328-00317-9 (ч.1)

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

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

УДК 504  
ББК 20.1

ISBN 978-5-328-00317-9 (ч. 1)  
ISBN 978-5-328-00316-2

© КамчатГТУ, 2015  
© Авторы, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

От редколлегии .....	5
<b>Гаврилов С.В.</b> Ивашкинский колхоз имени XIII годовщины Октября в годы Великой Отечественной войны .....	6

### Секция 1. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, БИОЛОГИЧЕСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

<b>Абдуллина А.Г.</b> Агроклиматические ресурсы как фактор развития сельского хозяйства (на примере Актюбинской области).....	13
<b>Андрушко С.В.</b> Формирование и изменение структуры природно-антропогенных ландшафтов Гомельского полесья как результат процесса ресурсопотребления .....	16
<b>Афейчук Л.С.</b> Современное состояние и промысловое использование скоплений анадары Броутона в заливе Петра Великого .....	21
<b>Ахмедова Н.Р., Костылева Н.И., Шигапова А.Ф.</b> К вопросу о предотвращении затопления и подтопления территорий в городской черте .....	26
<b>Ахмедова Н.Р., Спиринов Ю.А., Шерман Н.А.</b> О проблеме нерационального использования водных ресурсов .....	30
<b>Боркин С.И., Кузнецов А.Ф., Боркин И.В.</b> Промысел и некоторые черты биологии балтийской сельди (салаки) Финского залива.....	33
<b>Бровкин А.Е., Потапов В.В., Хорошман Л.М.</b> Коагуляция и флокуляция в очистке природных и сточных вод – история и перспективы.....	37
<b>Будникова Л.Л., Седова Л.Г., Шевченко Г.Г.</b> Распределение и состав скоплений мизид в заливе Петра Великого.....	41
<b>Голованева А.Е.</b> Загрязняющие вещества антропогенного происхождения в водах озера Халактырского .....	45
<b>Гречко А.А.</b> Основные угрозы воспроизводству тихоокеанских лососей в Камчатском крае .....	48
<b>Дуленин А.А., Дуленина П.А., Рижийс Е.А.</b> Результаты гидробиологического водолазного обследования залива Советская Гавань .....	55
<b>Жилин А.Ю., Плотыцина Н.Ф.</b> Мониторинг загрязняющих веществ в воде и донных осадках Баренцева моря .....	60
<b>Жильцова Л.В.</b> Эколого-фитоценологические особенности макрофитобентоса залива Петра Великого (Японское море) .....	64
<b>Ильченко И.А.</b> Интегральная оценка экологического состояния воды в реке Дон .....	69
<b>Карпенко В.И., Лисова К.А.</b> Биологическая характеристика тихоокеанских лососей в период анадромных миграций в 1993–1999 гг.....	73
<b>Касперович Е.В., Петренко О.Е., Швецов В.А., Арчибисов Д.А., Лякишев М.С., Адельшина Н.В.</b> Совершенствование опробования донных отложений Авачинской губы .....	78

<b>Климова А.В.</b> Эпи- и эндофиты ламинариевых водорослей Авачинского залива (юго-восточная Камчатка) .....	81
<b>Конева Е.Л., Аминина Н.М., Кадникова И.А., Вишневская, Т.И. Гурулева О.Н., Рогов А.М.</b> Промысловые водоросли Японского моря в системе мониторинга токсичных элементов .....	86
<b>Коржова Ю.Б., Карпенко В.И.</b> Кижуч острова Беринга .....	90
<b>Кузнецов М.Ю., Фигуркин А.Л., Поляничко В.И., Сыроваткин Е.В.</b> Особенности распределения минтая и температуры вод в горизонтах его обитания в Охотском море в весенний период .....	93
<b>Кулепанов В.Н., Соколенко Д.А., Седова Л.Г.</b> Современное состояние зарослей zostеры в прибрежье Приморья .....	98
<b>Курков А.Б., Дементьев М.С.</b> Растения Центрального Предкавказья и прилегающих горных территорий, контактно угрожающие человеку .....	100
<b>Миловская Л.В., Минеев И.В.</b> Негативное воздействие свиноводческого комплекса «Сокоч» на компоненты окружающей среды .....	103
<b>Миронов В.А.</b> Анализ экологической обстановки в связи с онкозаболеваемостью органов дыхания в Камчатском крае .....	110
<b>Опрышко Б.А., Швецов В.А., Фиронов Ю.Н., Цыганов Д. А., Белавина О.А.</b> Оптимизация сети наблюдательных пунктов для изучения режима питьевых подземных вод Быстринского месторождения.....	115
<b>Писарева Н.А.</b> Особенности возрастного развития и морфогенеза пластинчатых багрянок прикамчатских вод .....	118
<b>Плотицына Н.Ф., Жилин А.Ю.</b> Содержание загрязняющих веществ в промысловых рыбах Баренцева моря в 2014 году .....	123
<b>Рысаева И.А.</b> Сезонная изменчивость гидрохимического состава озерных вод Раифского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника .....	128
<b>Седова Л.Г., Соколенко Д.А.</b> Ресурсы гребешка Свифта в прибрежье Приморского края .....	132
<b>Седова Л.Г., Соколенко Д.А.</b> Ресурсы приморского гребешка в прибрежье Приморского края .....	136
<b>Ступникова Н.А., Краева Е.Н.</b> Оценка экологического состояния вод реки Авача .....	140
<b>Токранов А.М., Орлов А.М.</b> Рогатковидные рыбы семейств Hemitripterae и Psychrolutidae прикамчатских вод .....	145
<b>Хусаинова О.В., Карпенко В.И.</b> Морфологическая характеристика миног озера Азабачье (Камчатка) .....	150
<b>Черноиванова Л.А.</b> К методике проведения обратных расчислений линейных размеров сельди <i>Clupea pallasii</i> val. залива Петра Великого (Японское море) .....	154
<b>Шершнев О.В., Ясовеев М.Г.</b> Гидроминеральные ресурсы Республики Беларусь: современное состояние и использование .....	159

## **ОТ РЕДКОЛЛЕГИИ**

Годы Великой Отечественной войны – время величайшего народного бедствия – явились для нашей страны суровым испытанием. Камчатка, удаленная на тысячи километров от районов боевых действий на Западе, тем не менее, не стала глубоким тылом, а оказалась прифронтовой полосой: в непосредственной близости от ее берегов лежали границы Японии – союзника нацистской Германии, с которой у СССР в конце 1930-х гг. складывались непростые взаимоотношения. Приходилось учитывать возможность японской агрессии, готовя воинские резервы, одновременно развивая промышленное производство, направленное на восполнение частично утраченного экономического потенциала страны, в частности, восполнения продукции потерянных на Балтике, Севере и Черном море традиционных районов рыболовства.

В течение военных лет основная отрасль экономики Камчатки – рыбная промышленность, действовавшая в условиях ограниченных людских и материальных ресурсов, развивалась качественно и количественно. Ее доля в общесоюзном производстве выросла с 6,9% в 1940 г. до 17,8% в 1945 г., то есть более чем в два с половиной раза. Рыбная промышленность утратила ранее присущий ей сезонный характер, став круглогодично действующей. В военные годы заметно расширился активный морской промысел с тралящих паровых судов, были освоены новые районы и приемы лова, расширился ассортимент выпускавшихся видов консервированной рыбопродукции. Стал распространяться современный способ заготовки рыбы – путем ее замораживания, на побережье полуострова была развернута сеть промышленных холодильников. Рыба как продукт питания населения приобрела особую важность, в том числе и на самой территории ввиду заметно сократившегося ввоза продовольствия с «материка». Рост рыбной промышленности сопровождался развитием обслуживающих производств: судоремонта, производства местных материалов. Важнейшие предприятия Камчатки, связанные с металлообработкой, – Петропавловская судоремонтная верфь и механические мастерские Акционерного Камчатского общества, основного пользователя водных богатств полуострова, помимо традиционного гражданского судоремонта, освоили восстановление боевых кораблей и даже подводных лодок, сборку металлических катеров, барж, плашкоутов, впервые начали постройку двигателей внутреннего сгорания собственной конструкции, промышленного оборудования для рыбокомбинатов побережья.

В это же время на нашем полуострове сложилась многозвенная система морского и рыбохозяйственного образования, включавшая курсовое и фабрично-заводское обучение, а также – впервые – начавшуюся в 1942 г. подготовку среднетехнического персонала в Петропавловск-Камчатском морском рыбопромышленном техникуме Наркомрыбпрома СССР, являющемся родоначальником нынешнего Камчатского государственного технического университета.

Петропавловск-Камчатский превратился в одну из крупнейших перевалочных баз для вооружения, оборудования и снабжения, поставлявшихся в СССР из США и Канады в рамках союзнической помощи. Это потребовало создания здесь в короткий срок механизированного, снабженного самым современным оборудованием морского торгового порта, во многом определившего ход послевоенного развития экономики Камчатки. Порт был возведен с использованием новейшей технологии шпунтового строительства причальной линии, до этого в СССР не применявшейся. После войны накопленный нашими гидростроителями опыт форсированного возведения металлических причалов был использован в ходе реконструкции существующих, в частности Ленинградского, и постройки новых морских портов.

В годы войны изменился и облик города Петропавловска-Камчатского: возник поселок торгового порта, впервые началось капитальное многоэтажное строительство.

Огненные военные годы показали высокую моральную силу наших людей, побеждавших врага не только оружием, но своим трудом и патриотизмом. Рабочие, инженерно-технические специалисты, служащие и колхозники своей напряженной каждодневной работой вносили свой вклад в то, что позже было названо «трудовым подвигом советского народа в годы Великой Отечественной войны». Главным девизом их деятельности на Камчатке в это тяжелое время стали слова: «Больше рыбы стране и фронту!».

УДК 639.2(571.66)«1941/1945»

**С.В. Гаврилов**

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

### **ИВАШКИНСКИЙ КОЛХОЗ ИМЕНИ XIII ГОДОВЩИНЫ ОКТЯБРЯ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ**

Рассказывается о политических, бытовых и технико-экономических условиях, в которых силами колхозных рыбаков происходило освоение побережья Карагинского залива в годы Великой Отечественной войны. Показан характер изменения способов прибрежного лова и технического оснащения рыбаков.

**Ключевые слова:** рыболовецкий колхоз, рыболовецкая артель, река Панкара, село Ивашка, Карагинский залив, невод, промысел.

**S.V. Gavrilov**

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

### **IVASHCINSKI COLLECTIVE FARM NAMED AFTER THE THIRTEENTH ANNIVERSARY OF OCTOBER DURING THE GREAT PATRIOTIC WAR**

This article is about political, life and technical and economic conditions in which the developing of Karaginsky Bay shore occurred by the kolkhoz fishers' strength during the Great Patriotic War. The nature of changes in methods of coastal fishing and technical equipment for fishermen was shown.

**Key words:** fishing collective farm, fishing artel, river Pankara, village Ivashka, Karaginsky Bay, net, fishery.

В 1931 г. в национальном селе Ивашка, расположенном на берегу реки Панкары, впадающей в Карагинский залив, был организован рыболовецкий колхоз (артель) имени XIII годовщины Октября, ловивший в реке лосось и сдававший его на переработку ближайшим предприятиям, расположенным на морском берегу.

В 1941 г. артель имени XIII годовщины Октября возглавлял председатель Трифон Тимофеевич Полозков. Известие о начале войны в селе получили 24 июня. Собравшись на митинг, колхозники в ответ на нацистское нашествие обязались приложить все силы к поддержке фронта. Они пообещали перевыполнить годовое задание по рыбодобыче в 3 800 ц в полтора раза. Забегая вперед, отметим, что обещанное они перевыполнили, выловили 7 607 ц, или вдвое больше положенного. В это время в Ивашке трудился 61 колхозник [1, л. 2, 8].

Ход лосося в реке Панкаре в 1941 г. начался 2 июля. В этот день ивашкинцы поймали 18 ц кеты. На следующий день они добыли первые полтора центнера горбуши. Завершилась лососевая путина 29 июля. Всего колхозники поймали 56 640 штук кеты и горбуши общим весом 1 428 ц (в то время улов лососевых считали не только по весу, но в штуках). Ивашкинцы промышляли на речной тоне одним закидным неводом длиной 170 м и одним ставным неводом с крылом длиной 120 м. Селяне впервые обработали своими силами 80 ц сырца, остальной улов отвезли на участок предприятия «Дальрыбпродукт» [2, л. 98–100]. Раньше добытую рыбу в колхозах не обрабатывали, весь улов сдавали государственным предприятиям, где его, как правило, солили, реже морозили.

Правление колхоза сообщало инспектору государственного рыбного надзора о своих возможностях: «В нашем участке лиманного вылова рыбы колхозными силами есть возможность выловить за путину без обработки восемь, а с обработкой три тысячи центнеров» [2, л. 39]. Кроме рыбодобычи внимание было уделено развитию сельского хозяйства. Наиболее удачным, с учетом сурового климата, было признано животноводство. Если до войны ивашкинский колхоз не имел общественного скота, то в первое военное лето он закупил десяток коров в центре Красноярского национального округа Палане. В село их перегнали своим ходом через горы и тундру. Намеревались обзавестись и свиноголовьем.

В декабре до Ивашки дошла весть о разгроме вермахта под Москвой. Первая большая победа Красной Армии в ведшейся с крайним напряжением народных сил Отечественной войне вызвала ликование и трудовой подъем. Воодушевленные победой, местные мастерицы сшили для бойцов сорок пар меховых чижей (носков), шапок и рукавиц.

Особенностью камчатской рыбной промышленности первой половины 1940-х гг. являлось наличие предприятий нескольких форм собственности, а именно четырех: государственной в лице Акционерного Камчатского общества (АКО), колхозно-кооперативной, в нашем случае ивашкинского колхоза, частной – акционерного общества «Дальрыбпродукт» и «иностранной» – японских арендаторов, представителей крупной фирмы «Ничиро». При этом «японский сектор» был самым мощным: в 1941 г. в Карагинском районе он арендовал 62 промысловых участка, на которых действовали 13 обрабатывающих баз, три консервных завода и девять холодильников [3, л. 123, 133, 145].

В 1942 г. ивашкинцы, кроме рыболовства и животноводства, начали заниматься растениеводством, выращивать картофель, капусту, турнепс. Русские женщины взяли шефство над корячками: учили их сажать картофель и овощи, обрабатывать, заготавливать на зиму. 6 июня 1942 г. райисполком утвердил «План истребления волков», согласно которому ивашкинцам предстояло силами одного охотника отстрелять двух серых хищников [4, л. 24]. Это был один из способов сохранения оленьего поголовья, продукция которого использовалась для внутреннего потребления местного коренного населения, а также шла на нужды фронта (как сырье для пошива зимней одежды). Максимальное использование местных ресурсов в годы войны приобрело особое значение. Так можно было, например, ограничить ввоз с «материка» продовольствия, некоторых предметов снабжения, покрыв ими потребности других районов страны или обороны.

В ответ на «майский приказ товарища Сталина» (о разгроме немецко-фашистских захватчиков в 1942 г., приказ, переоценивший силы Красной Армии и страны, выполнить который было невозможно. Обстановка на фронте к осени 1942 г. оказалась даже более тяжелой, чем летом трагического 1941 г.) Наркомрыбпром СССР разработал «Условия Всесоюзного социалистического соревнования предприятий Наркомрыбпрома и рыболовецких колхозов». Его победителями признавались первые, справившиеся с установленными квартальными планами по вылову и сортности. Им полагались весомые денежные премии, о достигнутых успехах объявляли по радио и в газетах. Одними из первых победителей Всесоюзного соцсоревнования стали местные рыбаки. К 1 июля комплексная бригада Я. П. Голикова, состоявшая как из мужчин, так и женщин, выполнила годовой план добычи на 176, полугодовой — на 266%. Хозяйству досталась вторая премия, оно получило благодарность и поздравления народного комиссара рыбной промышленности СССР А.А. Ишкова. Вдохновленные таким успехом колхозники обя-

зались выполнить «фронтовое задание» четвертого квартала на 115%. Для этого они решили отправиться на зимний лов пять бригад. В начале ноября начался пошив вентерей для подледного лова наваги.

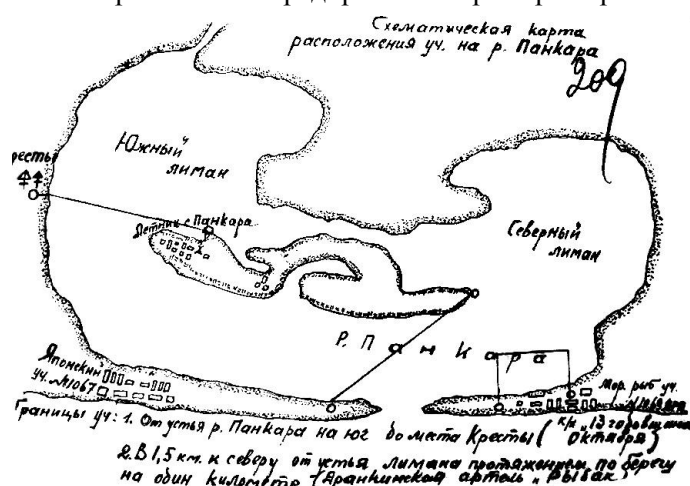


Рис. 1. Схема лимана реки Панкара. Место промысла колхоза им. XIII годовщины Октября из села Ивашка, 1943 г.

1 сентября 1942 г. в построенную в 1940 г. начальную школу, сейчас называвшуюся «всеобщего военного обучения», отправились 18 детей колхозников. Они учились четырех классах в деревянном здании площадью 49,5 кв. метра, освещавшемся керосиновыми лампами. С ними занимался единственный учитель В. Ф. Ларьков [4, л. 19].

Согласно «Плану пошивки меховой обуви и одежды по спецзаданию по Карагинскому району на четвертый квартал 1942 г. и первый квартал 1943 г.» ивашкинцы должны были приготовить для нужд фронта по 44 пары торбасов и чижей, 10 шапок-ушанок, два меховых жилета и четыре пары рукавиц. Все это изготавливалось из собственного сырья.

Как в военные годы трудились камчатские колхозники, показывает пример Е. П. Савченко, в 1971 г. удостоенного высокого звания Героя Социалистического Труда. В колхоз он вступил двенадцатилетним вместе с отцом в 1937 г. Из таких же парнишек создали отдельную «мальчишескую» бригаду. Вначале многие сомневались – будет ли от нее прок, но в ходе первой же путины мальчишки, ловившие закидным неводом в речке, сдали более 700 ц горбуши. После начала войны подростки, которым исполнилось по 15-16 лет, отправились в районный военкомат. «Нерпе в глаз попадаем, а фашист-то вон какой, не промахнемся», – заявили они военкому. Тот внимательно выслушал и отказал, заявив, что нужно кормить бойцов, сражающихся на фронте, и дело это не менее важное, чем бить врага. Каждая же пойманная ими рыба – пуля в фашиста, каждая добытая шкурка зверя – снаряд. А вскоре в хозяйстве решили создать женскую бригаду: мужчин-то оставалось после призыва в армию – по пальцам перечесть. Бригадиром назначили шестнадцатилетнего Женю. Он, тогда уже сноровистый и опытный для своих лет рыбак, в одночасье стал «Евгений Палычем». Позже вспоминал: «Ведь как тогда ловили? Грузила на вентери делали из камня, кирпичей. Рыбу возили лодками на веслах, а из лодок в цех рыбокомбината таскали на себе. Тогда же, в войну, начали мы ловить и морскими ставными неводами – «коротышами». На комбинате тоже не хватало людей. Сами солили рыбу прямо в кучах, сухим посолом. По-иному не успевали». Многие рыбаки, в том числе и Евгений, позже были награждены медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне» [5].

Среднегодовой заработок передовых колхозников в 1942 г. достиг 20 000 руб. В «порядке отоваривания» за сданный государству сырец люди получили за один трудовой день – так тогда называлась единица учета сделанного колхозниками, служившая для распределения доходов – (в граммах): 850 муки, 85 крупы, 45 сахара и «другие продукты». Трудности «в части отоваривания» заключались в том, что в рыбокоопе, кроме муки, долгое время больше ничего не было. Поэтому с людьми не могли рассчитаться за весеннюю селедочную путину. Они не получили крупы, мыла, табака. «Даже некоторые колхозники не в состоянии получить и муку, которая в настоящее время имеется в рыбокоопе в достаточном количестве, ввиду отдаленности на 110 километров... Переброска муки на такое расстояние не оплачивается, и колхозники доставляют муку за свой счет, что создает недовольство» [6, л. 38].

Предприятия рассчитывались с хозяйством за полученный сырец своевременно. План по сортности улова колхозу выполнить не удалось, так как его участок располагался довольно далеко от устья реки, поэтому рыба шла здесь уже со значительными нерестовыми изменениями.

Четыре колхозных плотника в 1942 г. два месяца сооружали на расположенных неподалеку горячих источниках грязелечебницу. Это делалось по решению районного Совета, решившего использовать местные природные возможности для восстановления сил тружеников. А вот удовлетворять «культурные запросы» колхозников было сложнее: село не имело клуба. Избачитальня находилась в старой школе, которая «ввиду своей ветхости для работы в зимних условиях непригодна» [6, л. 35]. Тем не менее за год силами местных энтузиастов поставлено семь спектаклей. Несколько раз в месяц проводилась «читка ДальТасс», что означало коллективное знакомство с телеграфными сводками с фронта и главными событиями в стране. Слушать радиоприемники с привычными сейчас нам ежечасными новостями население тогда не могло: с началом войны всю аппаратуру изъяли. В городах можно было слушать черные «тарелки» проводного радио. В глухих же камчатских селениях личных радиоприемников не было и в помине, к тому же для их работы не имелось электроэнергии. Так что новости, доходившие в «глубинку», оглашались коллективно, а затем пересказывались друг другу.

Участие колхозников в помощи фронту, помимо напряженного труда, в 1942 г. выразилось суммой в 150 670 руб. Они подписались и купили облигаций военного займа и билетов денежно-вещевой лотереи на 82 920 руб. На строительство танковой колонны «Камчатский рыбак» передали 55 000 руб., еще 12 750 руб., заработанные на воскресниках, внесли наличными.



В колхозе имени XIII годовщины Октября в 1942 г. насчитывалось 55 «дворов», где жили 204 чел, из них 59 мужчин и 62 женщины старше шестнадцати лет. Руководил хозяйством председатель Т.Т. Полозков, членами правления состояли Е.М. Камышов, А.Ф. Бекерев, Е.Т. Примак, И.Ф. Судоренко. Последний, Иван Филаретович Судоренко, слыл местным умельцем: мог построить лодку, делал бочки из тополя.

За год на «капвложения» ивашкинцы истратили 57 363 руб. На эти деньги из местного леса построили склад, ледник, колхозную контору, овощехранилище, три парника, приобрели 50 оленей, одну лодку, вмещавшую две с половиной тонны, и сенокосилку. Кроме этого в Усть-Камчатском районе купили пять коров и быков. Их благополучно перегнали через горы и тундру. Теперь список «крупного рогатого скота» включал четыре коровы, шесть телок и пять быков. Оленье стадо состояло из 331 животного. Лошадиное поголовье представляли жеребец и две кобылы, купленные у геологической экспедиции.

Имущество хозяйства в 1942 г., кроме перечисленного выше, составляли: землянка, палатка, кирпичный сарай, два склада, икрянка, два ледника, амбар, четыре парника, скотный двор, овощехранилище, рубленый клуб, детские ясли, контора, 14 вешал для рыбы, семь крытых балаганов. Все это стоило 898 285 руб. Колхоз креп, переходил на «самоснабжение». А выбора и не оставалось: война забирала у страны огромные средства.

За год хозяйство приняло тринадцать семей и одиночек. Выбыли три семьи, две из них – «в порядке выдвижения районными организациями на руководящую колхозную работу», одну исключили «за нарушение трудовой дисциплины» [6, л. 38].

Значительно выросла производительность труда. Теперь среди колхозников насчитывались 21 стахановец и 18 ударников. Звеньевой Николай Федорович Бекерев выполнил нормы на 210%, заработав за год 18 000 руб., колхозник Яков Сергеевич Фатеев – на 215%, получил 18 300 руб. Отличились Иван Алексеевич Нежелской и резчица рыбы Александра Николаевна Дроздова. Последняя выполнила полторы нормы, заработав 8 100 руб.

Самообработкой улова занимались 62 чел., доход от нее составил 848 811 руб. Из этой суммы на оплату трудодней ушли 397 143 руб. Прибыль хозяйства составила 133 446 руб. 84 коп. В сезон 1942 г. при плане добычи 7 000 он поймало 13 334 ц, в том числе 7 532 сельди и 5 812 лосося. На корм ездовым собакам (местному транспорту) в ямы заложили 17 000 шт. «кислой» рыбы и заготовили 35 000 шт. юколы, то есть сушеных лососевых рыбин.

В следующем сезоне колхоз наметал впервые выйти на морское побережье и ловить на участке, который до этого арендовала японская фирма «Ничиро». Люди и снасти для этого имелись, но не хватало ловецкого кунгаса и моторного катера.

В 1942 г. подавляюще количество японских участков не работало: их арендаторы не приехали. После вступления в декабре 1941 г. Японии в войну с США у японцев возникли сложности с укомплектованием промыслов рабочей силой, так как большинство молодых рыбаков призвали в императорскую армию и на флот. Да и пробираться японским судам вдоль восточного побережья Камчатки, воды вблизи которого попали в район боевых действий, стало опасно. Теперь и до конца войны японская рыбная промышленность оказалась сконцентрированной на западном берегу полуострова. Многолетняя деятельность «японского сектора» в Карагинском районе завершилась навсегда.

План вылова хозяйству на 1943 г. установлен в размере 11 500, поймано 14 039 ц. Улов сдан «в виде готовой продукции» Кичигинскому и Карагинскому комбинатам АКО и сырцом – Дальрыбпродукту. План по сортности снова не был выполнен: комбинаты не обеспечили колхоз чановой емкостью, пришлось заготавливать рыбу низкокачественным сухим стоповым посолом.

В путину 1943 г. работали четыре звена из 42 ловцов. Сетеснастных материалов не хватало, к концу года остался целым только один закидной лососевый невод. Поэтому использовали закидной и ставной неводы Карагинского комбината. Недоставало и плавсредств, хозяйству требовался хотя бы еще один ловецкий кунгас. Закидные невода, которыми промышляли в реке, не консервировались из-за отсутствия материалов для этого. Они не выдерживали установленного срока эксплуатации и полностью изнашивались за путину. Это принесло убытки в сумме 30 888 руб.

На обработке рыбы и икры трудились 73 чел. Доход от них составил 1 060 856 руб. «Среди бригад было развернуто социалистическое соревнование, направленное на максимальное выполнение добычи рыбы. В результате количество стахановцев и ударников... 23 чел. Подготовка и переподготовка кадров в колхозе не проводилась из-за отсутствия специалиста, который бы мог проводить».

Колхоз собрал 18 т картофеля, «из них роздано колхозникам шесть». На помощь фронту селяне отчислили 276 150 руб. [7, л. 33].

В 1943 г. ивашкинцы, как и намечалось, впервые вышли «в море»: они эксплуатировали морской участок, расположенный в 22 км к северу от устья реки Панкары. Там находились 140 чел.: один техник лова, 42 ловца, 66 обработчиков 26 вспомогательных работников. На участке имелось по одному закидному и ставному неводу, два кунгаса и три лодки. Начали ловить 7 июля, окончили 15 августа. План по лососю в 4 400 ц перевыполнили, взяв 8 038 ц. Речной участок на реке Панкаре заработал 4 июля. До 9 сентября здесь поймали 60 132 кетин, 477 910 горбуш и 6 051 нерок. Улов сдали Дальрыбпродукту и обработали сами. В селедочную путину колхозники пребывали в заливе Уала, улов сдали Кичигинскому комбинату АКО [8, л. 56–65].

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 23 августа 1943 г. «за ежегодное выполнение и перевыполнение государственных планов добычи, полное выполнение обязательств перед Родиной и великим Сталиным в борьбе за досрочное выполнение плана добычи и их стремление всеми силами и средствами помочь Красной Армии в быстрейшем изгнании из пределов нашей Родины немецко-фашистских захватчиков» награжден председатель колхоза Т.Т. Полозков, бригадир Я.П. Голиков и колхозница А.Т. Ощепкова. Их медали «За трудовую доблесть» стали первыми, полученными селянами в годы войны.

В 1944 г. ивашкинцы стали перебираться с традиционного, веками «насиженного» места, примерно в восьми километрах от устья реки Панкары, где некогда размещался древний корякский острожек Ишукаж, на новое место местожительство. Им стал так называемый «летник», ближе к морю, на том месте, где село находится и сейчас. Первым здесь построил землянку бригадир А.К. Вереин. За ним потянулись остальные: вскоре сюда перевезли свои деревянные домишки И.Ф. Судоренко и М.М. Кужим. Так начало образовываться новое село.

В мае колхозники обсудили напечатанную «Правдой» статью «О весенних полевых работах», подписанную председателем Президиума Верховного Совета СССР М.И. Калининым. В ответ на призыв «Всесоюзного старосты» они обязались засеять сверх плана один гектар картофеля, а вместо плановых 75 ц с гектара снять 80, капусты вырастить не меньше 110 ц с гектара, репы и турнепса – не ниже 75. Они уже вывезли на поле 30 т навоза, собрали шесть центнеров золы, использовавшейся и как удобрение, и для «зачернения» снега, чтобы тот быстрее таял. Тяговая сила имелась, сельхозинвентарь к посевной был полностью отремонтирован. Полеводческая бригада включала шесть человек, ее руководитель «прослушал курсы бригадиров-полеводов при районном земельном отделе».

29 июня Карагинский районный Совет депутатов трудящихся принял постановление «О проведении платной трудовой повинности на лососевую путину 1944 г.». К ней с 1 июля по 1 октября привлекалось все трудоспособное население района, «не освобожденное законодательством СССР от несения государственных повинностей». В его число вошли колхозники, рабочие, служащие, учащиеся старших классов вместе с учителями, не занятые на сельскохозяйственных работах. «Установить, что лица, уклоняющиеся от явки по мобилизации для работы на путине, привлекаются к уголовной ответственности» [4, л. 153–154].

Лов в реке Панкаре начался 5 июля. На промысле находились 88 чел., в том числе 44 женщины. Действовали один ставной и три закидных невода, пять лодок. Лов завершился 30 августа. Поймали 297 023 рыбин весом 6 168 ц, их обработали и передали речной приемной базе Ка-

**ЖУРНАЛ**

*Черского* рыболовного участка  
№ *1069* Тоня № \_\_\_\_\_

расположенного *в 2,20 км к северу от*  
*устья реки "Панкара"*  
*Карагинского* рыбопромыслового района

Арендатор *К/х "13<sup>я</sup> годовщины Октябрь"*  
Рыбозаготовитель *село Ивашка*

за 1943 г.

Журнал должен быть сдан арендатором на месте инспектору  
Дальрыбы после окончания сезона

Рис. 2. Журнал морского рыболовного участка № 1069 колхоза им. XIII годовщины Октября, 1943 г.

рагинского комбината. Сам колхоз мог солить улов в 47 брезентовых чанах и икрянке. 13 июля ивашкинцы приступили к постановке невода на «пробном» морском участке в пяти километрах к юго-западу от устья реки. Всего здесь поймали 2 069 ц лосося.

Работники хозяйства привлекались на промысел трески, ведшийся Карагинским островным комбинатом. Для этого предприятие располагало шестью самоходными моторными катерами и четырьмя парусными кунгасами. Этот лов считался «активным», так поймали 5 055 ц. В кунгасе три-четыре рыбака ловили рыбу на уду, на каждого приходилось по 15–18 крючков.

Колхоз имени XIII годовщины Октября к концу 1944 г. имел 68 «дворов» и 203 чел., в том числе 56 мужчин и 64 женщины «трудоспособного возраста». За год по разным причинам выбыли и были исключены 13 чел. В течение года выловлено в общей сложности 11 200 ц рыбы разных пород [9, л. 18].

В 1944 г. для централизованного обслуживания колхозов района малым промысловым и буксирным флотом была организована Карагинская моторно-рыболовная станция. Эта государственная организация располагалась в заливе Анапка. Ее создание стало следствием выхода колхозников на морское побережье.

9 марта 1945 г. для оперативного руководства колхозами Камчатской области созданы четыре межрайонных рыбаколхозсоюза: Карагинский, Паланский, Усть-Большереецкий и Анадырский. В марте ивашкинцы отправили на селедочную путину свою бригаду, но из-за долгого стояния льда и отсутствия сельди она почти ничего не поймала, напрасно потеряла время и вернулась домой с опозданием. Этим значительная часть рабочих рук была оторвана от подготовки к главной путине – лососевой.

Колхоз имени XIII годовщины Октября в 1945 г. ловил на морских участках № 1066 и 1068. Первый располагался в семи, а второй – в трех километрах к юго-западу от устья реки Панкары. Участок № 1068 именовался «пробным первым». Здесь ставным неводом с крылом длиной 500 м поймали 795 ц. «Пробный второй» участок № 1066 взял 412 ц [10, л. 31–39].

Осенью, по окончании лососевой путины, колхозники готовились к предстоящему зимнему выпасу оленей. Для сокращения забоя животных на мясо, шедшее на личное пропитание, селяне выделили охотников, отправившихся на убой медведей, диких баранов и нерп. Питательный и ценный жир морских зверей сливался в кожаные мешки, в которых он долго хранился, не портясь. «Вторые и третьи члены семей» пастухов, то есть их жены и дети, запасали на зиму орехи, ягоды, юколу. Колхоз, заботясь о пастухах, заготовил для них рыбу.

В 1945 г. рыбная промышленность полуострова претерпела серьезные организационные изменения. Привычное деление пользователей на четыре сектора: «государственный», «колхозно-кооперативный», «частный» и «японский» отошло в прошлое. «Частный сектор», представленный Дальрыбoproдуктом, больше не работал: теперь нужды в нем у государства не имелось. «Японский сектор» в 1945 г. был окончательно устранен. Все бывшие японские предприятия и промыслы с их оборудованием приняло АКО. В Карагинском районе на их основе были организованы новые рыбокомбинаты [11, л. 4].

Военные годы показали высокий патриотизм наших людей. Он проявлялся во всем – в труде, в повседневных делах. В Фонд обороны страны камчатские колхозники перечисляли от четверти до двух третей заработанного. Кроме этого, они вносили личные средства на строительство танков, боевых самолетов, шили теплые меховые вещи для фронтовиков, собирали их по семьям.

В 1939 г. в Камчатской области насчитывалось 42 рыболовецких колхоза, а к концу войны – 57, число их членов выросло в полтора раза. Добыча по сравнению с довоенной более чем удвоилась, достигнув половины общекамчатской. За военные годы колхозы области получили 41 Всесоюзную премию, а тридцать тружеников – ордена и медали.

К концу войны доля камчатской рыбной промышленности в общесоюзном улове составляла почти одну пятую часть. Наш полуостров стал настоящим «рыбным цехом страны». Большой вклад в общее дело внести и рыболовецкие колхозы Карагинского района. В 1945 г. район вылавливал за год столько рыбы, сколько весь Корякский национальный округ в 1937 г. В 1941 г. хозяйства района впервые начали обрабатывать часть улова своими силами.

Наиболее «урожайным» на рыбу для ивашкинцев оказался 1943 г.: они поймали более чем в два с половиной раза больше, чем в предвоенном 1940 г. Высокие результаты были достигнуты за счет интенсификации труда и использования внутренних ресурсов. Техническое оснащение

хозяйств по сравнению с довоенным периодом принципиально не изменилось, но они стали использовать маломерный флот, предоставлявшийся Карагинской моторно-рыболовной станцией. Качественным скачком в их деятельности стал выход на морские промысловые участки.

### **Литература**

1. Государственный архив Камчатского края (ГАКК), ф. Р-283, оп. 1, д. 42.
2. ГАКК, ф. Р-210, оп. 1, д. 335.
3. ГАКК, д. 98.
4. ГАКК, ф. Р-222, оп. 1, д. 12.
5. Путь Ильича. –1971. – 15 апр. – № 46.
6. ГАКК, ф. Р-283, оп. 1, д. 143.
7. ГАКК, д. 139.
8. ГАКК, ф. Р-210, оп. 1, д. 371.
9. ГАКК, ф. Р-283, оп. 1, д. 208.
10. ГАКК, ф. Р-210, оп. 1, д. 400.
11. ГАКК, д. 321.

**Секция 1. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, БИОЛОГИЧЕСКИХ,  
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

УДК [551.58:631](574.13)

**А.Г. Абдуллина**

*Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова,  
Актобе, 030000  
e-mail: akshunus\_a@mail.ru*

**АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ  
КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
(НА ПРИМЕРЕ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

В статье рассматриваются агроклиматические ресурсы Актюбинской области и их влияния на развитие сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** агроклиматические ресурсы, биоклиматический потенциал, сельское хозяйство, Актюбинская область.

**A.G. Abdullina**

*K. Zhubanov Aktobe Regional State University,  
Aktobe, 030000  
e-mail: akshunus\_a@mail.ru*

**AGROCLIMATIC RESOURCES AS A FACTOR  
OF AGRICULTURE DEVELOPMENT  
(AKTOBE REGION)**

The agro climatic resources of Aktyubinsk region and its impact on the development of agriculture are analyzed in the article.

**Key words:** agro climatic resources, bioclimatic potential, agriculture, Aktobe region.

Среди факторов, влияющих на сельскохозяйственное производство, исключительно велика роль климата. Неслучайно агроклиматология стала одной из самых важных ветвей науки об атмосфере и ее свойствах в разных регионах Земли.

Одним из главных показателей при агроклиматической оценке служит теплообеспеченность сельскохозяйственных культур, которая зависит от температурного режима данной территории. Важнейший агроклиматический показатель термических особенностей региона – сумма средних суточных температур за период лимитных температур развития растений, т.е. практически за безморозный период. Это так называемая сумма активных температур  $[\Sigma t]$ . Обычно сумму температур определяют для дней, когда этот показатель выше  $10^{\circ}$ .

Сумма температур зависит от всего комплекса физико-географических условий региона, однако, в большей мере – от широты. Поэтому наблюдается ясно выраженная широтная зависимость этого показателя. Д.И. Шашко [1] выделяет 4 пояса обеспеченности растений теплом:

1. Холодный (сумма температур ниже  $1200^{\circ}$ );

а) подпояс очень холодный, или культур закрытого, полужакрытого грунта и скороспелой овощной зелени в грунте (сумма температур ниже  $400^{\circ}$ );

б) подпояс холодный, или ранних овощных культур с пониженными требованиями к теплу (400–1200°);

2. Умеренный (1200–4000°);

а) подпояс холодноумеренный, или культур умеренного пояса с пониженными требованиями к теплу: серые хлеба, пшеница, зернобобовые и др. (1200–2200°);

б) подпояс умеренный, или культур умеренного пояса со сравнительно повышенными требованиями к теплу – кукуруза на зерно, соя, рис, сахарная свекла и др. (2200–4000°);

3. Теплый (4000–8000°);

а) подпояс умеренно теплый, или однолетних теплолюбивых культур с длинным вегетационным периодом (хлопчатник и др.) и культур умеренного пояса в холодную половину года (озимая пшеница и др.);

б) подпояс теплый, или субтропических многолетних культур;

4. Жаркий (сумма температур более 8000°).

Даже из приведенной характеристики зон и подзон видно, что каждая сельскохозяйственная культура нуждается в какой-то минимальной сумме активных температур. Этот показатель очень различен не только для отдельных культур, но и для разных сортов.

Суммы биологических температур выражают потребность растений в тепле и состояются из средних суточных температур непосредственно за периоды вегетации данного вида или сорта.

Суммы биоклиматических температур выражают количество тепла, обеспечивающее ежегодное (или достаточно частое) созревание растений или наступление хозяйственно ценных фаз развития.

Разница между суммой биологических и биоклиматических температур обычно невелика, но возрастает по мере увеличения первого из этих показателей. Например, для скороспелых сортов яровой пшеницы разница составляет всего 50°, а для кукурузы или томатов – до 200–250°.

Примерные суммы биологических температур (для скороспелых, и позднеспелых сортов) составляют: яровая пшеница – 1300–1700°, озимая пшеница – 1450°, овес – 1300–1500°, ячмень – 1200–1400°, просо – 1300–1700°, озимая рожь – 1350°, лен на волокно – 950–1300°, лен масличный – 1400–1500°, подсолнечник – 1600–2300°, кукуруза – 2100–2900°, картофель – 1200–1800°, соя – 1800–3000°, сахарная свекла – 200–2300°, рис – 2000–3200°, сорго – 2200–2800°, хлопчатник – 2900–4000°, виноград – около 2500°, цитрусовые – около 3500°, финиковая пальма – около 500° [2].

Учитывая взаимосвязь и взаимообусловленность элементов природы, можно считать, что в некоторой мере почва и климат отображают необходимый для ведения сельского хозяйства комплекс природных условий, чем практически и оправдывается раздельное пользование шкалами бонитировки климата и почвы.

Для всесторонней оценки почвы (земли) нельзя ограничиться только одним видом показателя или одной шкалой бонитировки по тому или иному элементу природы. Для этого необходим комплекс согласованных между собой природных и экономических показателей и их шкал. Шкалы бонитировки климата и почв могут быть использованы для оценки природных условий только в первом, практически приемлемом, приближении.

Методика бонитировки климата основывается на следующих исходных положениях.

Величина урожая сельскохозяйственных культур определяется комплексом физико-географических условий, уровнем агротехники, способствующими использованию растительными организмами условий внешней среды, и биологическими особенностями возделываемых культур, преимущественно длиной вегетационного периода, а также их видовыми и сортовыми различиями. Влияние физико-географических факторов на урожай устанавливается нахождением связи величин урожая при определенном уровне агротехники со значениями показателя увлажнения.

Анализируя карту агроклиматических ресурсов, Актыобинская область, следуя Д.И. Шашко [1], относится к подпоясу умеренному, или культур умеренного пояса со сравнительно повышенными требованиями к теплу – кукуруза на зерно, соя, рис, сахарная свекла и др. (2200–4000°).

В результате климатического районирования П.И. Колосков [3] выделяет на территории Казахстана 2 региона. В результате большой протяженности Актыобинской области не только с запада на восток, но и с севера на юг, в этой области имеются оба этих региона.

Этот агроклиматический регион относится к зоне недостаточного увлажнения со степной растительностью на каштановых почвах. Почвенно-климатические условия в состоянии обеспечить лишь низкий средний урожай основной для региона сельскохозяйственной культуры – яровой пшеницы. Кроме того, высока вероятность неурожайных лет, т.к. вероятность бездождевых периодов продолжительнее 50 дней в первую половину лета (апрель – июнь) достигает 30–45%. Высокие гарантированные урожаи могут быть обеспечены искусственным орошением, если имеются водные ресурсы и если рентабельность мероприятия оказывается достаточной. Но такие условия могут иметь место лишь в ограниченных районах региона. Общим на всей территории способом дополнительного увлажнения полей может быть снегонакопление. Основными предпосылками для этого служат достаточная высота образующегося снежного покрова (более 20 см) и вероятность активной скорости ветра (более 5 м/сек) составляющая зимой 30–40%.

Снегонакопление как массовое мероприятие здесь не может осуществляться посредством насаждения полезащитных лесных полос, т.к. в почвенно-климатических условиях, типичных для региона, древесная растительность произрастать не может из-за недостатка влаги. Но снегозадержание путем выращивания снегозадерживающей травяной растительности или устройства снегозадерживающих препятствий непосредственно на полях вполне эффективно. При хорошем весеннем промачивании почвы может быть получен удовлетворительный урожай при недостатке и даже полном отсутствии осадков в течение значительной части вегетационного периода.

Следует учесть, что почвы этого региона нельзя непрерывно распахивать в течение длительного периода, т.к. они быстро теряют структурность, снижают плодородие и гумусность, забиваются сорняками. Самым главным бичом земледелия этого региона является ветровая эрозия, поражающая распыленные, не защищенные растительностью старополья. Как уже было отмечено, вероятность бездождевых периодов продолжительнее 50 дней здесь 30–45%, а бездождевые периоды продолжительностью не менее 30 дней бывают практически ежегодно. Пылеватый поверхностный слой здесь так пересыхает, что теряет даже часть гигроскопической влаги. Ввиду того, что повторяемость активной скорости ветра составляет летом в среднем 25%, поверхностный, наиболее плодородный и размельченный слой почвы энергично развевается.

Наконец, следует учесть, что регион – страна животноводства, особенно овцеводства, которое должно быть обеспечено пастбищами и кормами.

Всем перечисленным условиям может отвечать так называемая травопольно-степная система земледелия. Она заключается в чередовании периодов полевого использования земли с периодами «остепенения», которое проводится путем уплотнения поверхности с одновременным подсевом степных трав и внесением минеральных удобрений. Продолжительность первого (полевого) периода в подзоне темно-каштановых почв – 4–5 лет и второго 6–9 лет, а в подзоне светло-каштановых почв – 3 года и 7–10 лет. В таком севообороте допустима монокультура пшеницы при использовании рациональной агротехники ее возделывания.

Соблюдение соответствующих агротехнических правил в достаточной степени обеспечит поля влагой, полученной при помощи полевого снегонакопления, а степной клин севооборота будет служить основным источником кормов и поддерживать плодородие почвы. Такая система земледелия вполне рациональна.

В этом сухом регионе основной является полупустынная растительность на бурых почвах. Земли регионов используется как пастбища в системе отгонного животноводства. Снежный покров бывает более 10 см.

Неблагоприятные для земледелия почвенно-климатические условия здесь выражены значительно резче, чем в предыдущем регионе. Повторяемость лет с бездождевым периодом длительнее 50 дней здесь составляет 45–70%, повторяемость активных скоростей ветра тоже значительна.

Однако на более увлажняемых участках, расположенных в особо благоприятных геоморфологических условиях, возможна организация опорных баз для отгонного животноводства и заготовки страховых запасов сена и других кормов. При условии тщательного снегонакопления и использования подземных вод для местного орошения при помощи ветродвигателей здесь могут возделываться некоторые наиболее необходимые или засухоустойчивые культуры.

Большая часть территории Казахстана имеет природные условия, лимитирующие развитие высокоинтенсивных форм сельского хозяйства. Главным препятствием является недостаток влаги.

Биологическая продуктивность климата – биоклиматический потенциал (БКП) определяется по формуле:

$$\text{БКП} = K_p \sum 10^\circ / \sum 1000^\circ, \quad (1)$$

где  $K_p$  – коэффициент биологической продуктивности, зависящий от соотношения тепла и влаги и выражающий влагообеспеченность растений (иначе коэффициент роста – отношение урожая в данных условиях увлажнения к максимальной его величине);

$\sum 10^\circ$  – сумма температур выше  $10^\circ$ , отражающая поступление тепла солнечной радиации;

$\sum 1000^\circ$  – сумма температур  $+10^\circ$  и выше вблизи северной границы полевого земледелия.

Выделяются следующие ареалы:

1. БКП = 1,2–1,6 (пониженная биологическая продуктивность). Кустанайская, Северо-Казахстанская области. Полоса сплошного земледельческого освоения.

2. БКП = 1,2–1,6. Район высокотрудоемкого сельского хозяйства и крупных оазисов орошаемого земледелия. Южно-Казахстанская, Талдыкурганская области.

3. БКП = 0,8–1,2 (низкая биологическая продуктивность). Район пастбищного животноводства и очагового земледелия в сухостепной и полупустынной зонах. Западно-Казахстанская, Атырауская, Актюбинская, Павлодарская, Карагандинская, Семипалатинская области.

4. БКП = 0,8 и ниже (очень низкая биологическая продуктивность), очаговое расселение в зоне пустынь с пастбищным животноводством и редкими оазисами орошаемого земледелия. Мангыстауская, Кызылординская, Центрально-Казахстанская области.

5. БКП = 1,2–1,6. Лесная зона Восточно-Казахстанской области [1].

Таким образом, Актюбинская область по своему биоклиматическому потенциалу относится к району с низкой биологической продуктивностью (БКП = 0,8–1,2).

### Литература

1. *Шашко Д.И.* Агроклиматическое районирование СССР. – М., 1967. – 351 с.
2. *Кусаинов Х.Х.* Сельского хозяйство Западного Казахстана на пороге третьего тысячелетия. – Актюбинск, 2000. – С. 25.
3. *Колосков П.И.* Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование. – Л.: Гидрометиздат, 1971. – С. 10.
4. *Амельченко В.И.* Влияние территориальной дифференциации сельскохозяйственного использования земель на эффективность сельского хозяйства Западного Казахстана // Основные направления научно-исследовательской кафедры географии Уральского пед. института. – Уральск, 1988. – С. 16–18.

УДК 911.52:502.173(476.2)

**С.В. Андрушко**

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,  
Гомель, Республика Беларусь, 246019  
e-mail:sandrushko@list.ru*

### **ФОРМИРОВАНИЕ И ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ГОМЕЛЬСКОГО ПОЛЕСЬЯ КАК РЕЗУЛЬТАТ ПРОЦЕССА РЕСУРСОПОТРЕБЛЕНИЯ**

Рассмотрены особенности преобразования природных ландшафтов в природно-антропогенные в ходе длительного и динамичного процесса освоения территории, обусловленного, в первую очередь, особенностями процесса ресурсопотребления и его изменениями. Выделены преобладающие факторы антропогенного воздействия на каждом из этапов хозяйственного освоения, а вместе с этим особенности эволюции



ресурсопотребления, и в целом всего процесса природопользования для региона Гомельское Полесье. Проведена оценка степени антропогенного преобразования исходных природных ландшафтов.

**Ключевые слова:** природно-антропогенный ландшафт, ландшафтная структура, изменения ландшафтов, этапы освоения, процесс ресурсопотребления, виды антропогенного воздействия, степень антропогенного преобразования.

**S.V. Andrushko**

*Gomel State University,  
Gomel, Republic of Belarus, 246019  
e-mail: sandrushko@list.ru*

### **THE FORMATION AND CHANGE OF NATURAL-ANTHROPOGENIC LANDSCAPES STRUCTURE OF GOMEL POLESIE AS A RESULT OF THE RESOURCE CONSUMPTION PROCESS**

Features of transformation of natural landscapes into the natural-anthropogenic landscapes during the long and dynamic territory development process caused by features of resource consumption process and its changes are considered. The prevailing factors of anthropogenic influence on each of economic development stages were distinguished together with peculiarities of resource consumption development. The whole nature management process in the Gomel Polesie was analyzed. The assessment of anthropogenic transformation degree of initial natural landscapes is carried out.

**Key words:** natural-anthropogenic landscape, landscape structure, changes of landscapes, development stages, resource consumption process, types of anthropogenic influence, anthropogenic transformation degree.

Преобразование естественной природной структуры ландшафтов – современный процесс, сопровождающий все сферы человеческой деятельности и приводящий к значительным негативным последствиям. Однако антропогенные изменения обуславливают изменение структуры ландшафтов уже достаточно длительное время – начиная со времени появления первых стационарных поселений человека на территории. Особенно ярко данный процесс наблюдается в староосвоенных регионах, к которому и относится Гомельское Полесье, как часть более обширного физико-географического района – Белорусское Полесье. Именно на данной территории в послеледниковый период отмечено наибольшее скопление первичных поселений, а соответственно начало наибольшей антропогенной трансформации и интенсивности освоения и потребления природных ресурсов. В соответствии с этим задачей исследования являлось выявление особенностей процесса ресурсопотребления и его влияние на изменение исходной природно-ландшафтной структуры Гомельского Полесья.

*Основная часть.* За длительный период антропогенного воздействия естественные ландшафты Гомельского Полесья испытали значительные изменения, вызванные расселением, хозяйственным освоением территории и интенсивным использованием природных ресурсов. В результате на территории сформировались современные природно-антропогенные ландшафты. Исходя из этого исследование особенностей антропогенного освоения территории проводилось с учетом изменения преобладающих видов хозяйственной деятельности и основных используемых природных ресурсов. Особенности природопользования и антропогенных изменений ландшафтов Гомельского Полесья рассмотрены за период около 2500 лет, начиная со времени появления первых стационарных поселений, а вместе с ними и существенных преобразований ландшафтов в железном веке (первое тысячелетие до н.э.) и до современного этапа (начало XXI века).

Для изучения истории антропогенного освоения Гомельского Полесья проведена комплексная историческая периодизация и последующая типология этапов хозяйственного освоения территории. Всего выделено 5 этапов: 1-й этап – Этап подсечно-огневого земледелия (1 тысячелетие до нашей эры); 2-й этап – Этап перехода от подсечно-огневого к пашенному земледелию

(I–VIII век нашей эры); 3-й этап – Этап развития пашенного земледелия и ремесел (IX–XVI век); 4-й этап – Этап начала промышленного воздействия (XVII–XIX век); 5-й этап – Этап интенсивного антропогенного преобразования (XX–XXI век).

**1-й этап – Этап подсечно-огневого земледелия** (1 тысячелетие до нашей эры) на территории были распространены племена милоградской археологической культуры (I тысячелетие до н.э. – I в. н.э.), оставившей после себя многочисленные следы (археологические памятники): городища, селища, курганы. Всего на территории выявлено более 150 поселений на данном этапе [1, 2].

Совместно с подсечно-огневым земледелием на данной территории было развито скотоводство: разводились все современные виды домашних животных (крупный рогатый скот, лошади, мелкий рогатый скот, свиньи). Широкое распространение получили: добыча болотных железных руд и выплавка из них железа (впервые в регионе); бронзолитейное производство, изготовление глиняных сосудов, обработка камня, кости, ткачество, обработка кож.

Основными используемыми ресурсами были промысловые виды диких животных (лось, зубр, благородный олень, медведь, кабан [3], пушные звери: белка, выдра, куница, ласка, лисица), использовались болотные и озерные железные руды, ресурсы леса. Лесной покров территории был значительно преобразован при проведении рощистей для подсечно-огневого земледелия. После завершения цикла севооборота данные участки превращались в пастбища, что способствовало разведению домашнего скота. Интенсивная охота привела к истреблению копытных животных (тарпан, тур, зубр).

**2-й этап – Этап перехода от подсечно-огневого к пашенному земледелию** (I–VIII век нашей эры) – хронологически объединяет период трех археологических культур: зарубинецкую, киевскую и колочинскую, пик максимального распространения которых приходится на I–V века нашей эры [1,2].

Основными отраслями хозяйства были земледелие и скотоводство. На данном этапе произошел постепенный переход от повсеместно развитой подсечно-огневой системой земледелия к пашенному, когда на более плодородных почвах [1] выращивались просо, пшеница, ячмень. Также разводили крупный и мелкий рогатый скот, лошадей, свиней [4]. Ведущими отраслями домашнего производства были добыча железа из болотных руд, кузнечное и бронзолитейное дело, обработка цветных металлов, ювелирное дело. Развита прядение, ткачество, гончарное дело, обработка камня, кости, рога, дерева [1, 3].

**3-й этап – Этап развития пашенного земледелия и ремесел** (IX–XVI века) охватывает средневековый период от появления Киевской Руси до образования Речи Посполитой. Для начала этапа характерно расселение первых славянских племен. На территории района исследований существовало более 60 поселений [1].

На территории было развито многоотраслевое сельское хозяйство, также процветали деревенские ремесла (кузнечное, ювелирное и др.) и многочисленные промыслы. Экономической основой хозяйства было пашенное земледелие, основные выращиваемые культуры – рожь, пшеница, ячмень. На территории широко была распространена паровая система земледелия, развивалось огородничество и садоводство [1].

На данном этапе увеличилось количество эксплуатируемых видов ресурсов, что обусловлено увеличением видов хозяйственной деятельности и в целом усложнением процесса природопользования [3]. Основными используемыми ресурсами были – земельные и лесные ресурсы, железные руды, глины. Также на данном этапе отмечалось значительное снижение лесистости территории и соответственно значительное возрастание сельскохозяйственной освоенности района.

**4-й этап – Этап начала промышленного воздействия** (XVII–XIX век) охватывает период с XVII до конца XIX века. В этот период на территории интенсивно продолжалась разработка залежей болотных руд для местного потребления, наиболее крупные разработки располагались у Рудни-Прибытковской, Рудни-Маримонова, Рудни-Терюха, Рудни-Дикаловка и др., на изучаемой территории работали два железных завода (Дикаловский и Семеновский).

С начала XIX века Гомель и прилегающие территории начинают приобретать черты промышленного центра. Работало множество заводов, фабрик и мануфактур. Главными кустарными промыслами были скорняжный, валяльный, портняжный и обувной, были развиты лесной промысел и пчеловодство. К концу четвертого этапа для Гомельского Полесья было характерно значительное развитие промышленности и отдельных производств (строительство, будная и гутная промышленности), ремесел, торговли и сельского хозяйства, а также значительное увеличение численности населения.

**5-й этап – Этап интенсивного антропогенного преобразования (XX–XXI век)** характеризуется значительным увеличением численности населения и социально-экономическим развитием территории. Уже в начале века импортировались машины, минеральные удобрения, товары легкой промышленности, сырье, экспортировали картофель, лен, льняное семя, древесину.

В XX веке (5 этап) социально-экономические и технологические факторы, общий уровень развития общества обусловили переход к индустриальной промышленности и экстенсивному сельскому хозяйству. За длительную историю освоения природно-ресурсный потенциал территории подвергался значительным антропогенным воздействиям. Использование тех или иных видов природных ресурсов на каждом из этапов освоения определялось техническими, социально-культурными и экономическими факторами развития территории. Особенности изменения использования ресурсов района исследования, а также динамика преобладающих видов хозяйственной деятельности систематизированы автором в таблице.

В ходе освоения территории и интенсивного использования многих видов ресурсов, природно-ресурсный потенциал региона был существенно изменен. Истощение значительной части охотничьих ресурсов привело к снижению биологического разнообразия территории (значительно снизилась численность бобров, многих пушных и промысловых видов), отдельные виды животных были полностью истреблены (тарпан, тур, зубр).

Таблица

**Особенности использования природных ресурсов Гомельского Полесья на различных этапах хозяйственного освоения**

Ресурс	Преобладающие виды деятельности	Этапы				
		I	II	III	IV	V
Промысловые животные (дичь, пушнина)	Охота (звероловство), ремесла (обработка кости, рога, кож)	++	++	+	+	+
Ягоды, грибы, травы	Собирательство	++	++	++	+	+
Рыбные ресурсы	Рыболовство	++	++	++	+	+
Глины	Гончарное производство (изготовление глиняных сосудов)	++	++	++	+	+
Дикие и домашние животные	Животноводство	++	++	++	++	++
Земельные ресурсы	Подсечно-огневое земледелие	++	++	–	–	–
	Пашенное земледелие	–	+	++	++	++
Ресурсы животного мира (дикие пчелы)	Бортничество	++	++	++	+	+
Озерные и болотные руды	Рудная промышленность (добыча и обработка железных руд, кузнечное и бронзолитейное пр-во, ювелирное пр-во)	++	++	++	+	+
Древесина, ресурсы леса	Строительство, будная (пр-во угля, дегтя, поташа) и бондарная промышленности,	+	+	++	++	+
Песок	Гутная промышленность (пр-во стекла из песка)	–	–	++	++	+
Сельскохозяйственная продукция	Винокуренная промышленность (пр-во спирта из хлебных злаков и картофеля)	–	–	++	++	+

*Примечание.* «++» – преобладающий вид деятельности, «+» – второстепенный вид деятельности, «–» – отсутствие данного вида деятельности.

Земельные и лесные ресурсы в течение периода освоения были существенно преобразованы, что в значительной степени повлияло на их современное состояние (снизилась лесистость территории, увеличилась доля обрабатываемых земель, существенно измененных в ходе длительного освоения). Полностью выработаны запасы болотных и озерных руд, значительно истощены запасы торфа.

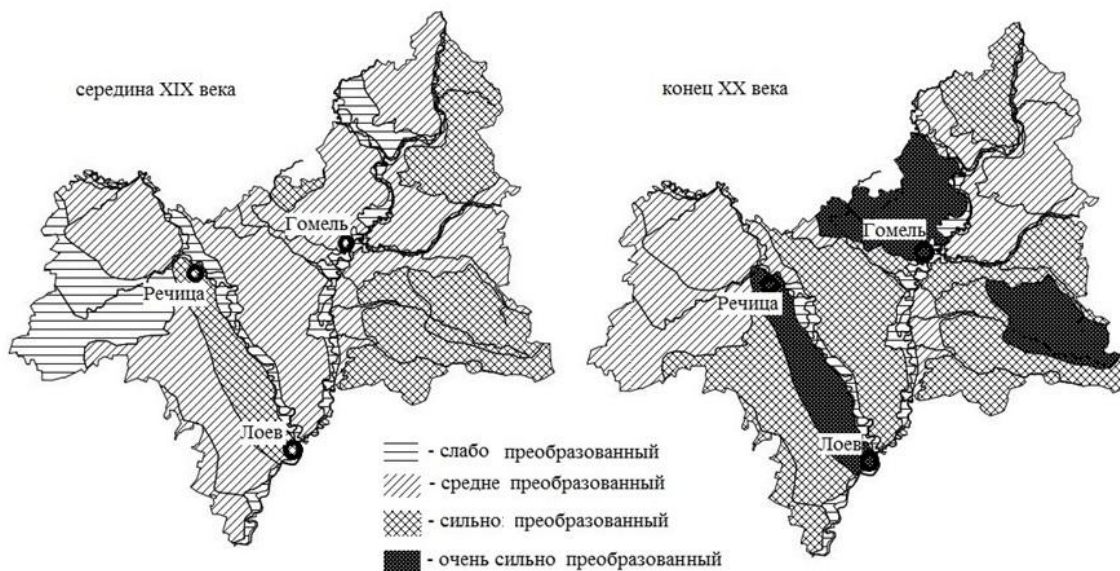
Ландшафтная структура Гомельского Полесья, представленная 6-ю родами (аллювиальный террасированный, вторичный водно-ледниковый, вторично-моренный, моренно-зандровый, озерно-аллювиальный, пойменный) и 16 видами ландшафтов, за более чем две с половиной тысячи лет была существенно преобразована. Для изучения антропогенных преобразований ландшафтов Гомельского Полесья были использованы топографические карты района исследований середины XIX и конца XX века, по которым была определена структура землепользования.

С учетом структуры земельных угодий каждого вида ландшафтов были установлены типы и виды антропогенной трансформации по методике, разработанной Г.И. Марцинкевич и др. [5].

Установлено что, в XIX веке преобладающими были лесной и сельскохозяйственно-лесной тип антропогенной трансформации ландшафтов. Лесоболотный, лесной, пахотно-лесной и лесо-пахотный виды антропогенной трансформации по каждому из типов соответственно. Тогда как в конце XX века значительно снижается площадь ландшафтов с лесохозяйственным типом, и начинают преобладать ландшафты с сельскохозяйственным и сельскохозяйственно-лесным типом антропогенной трансформации. Доминирующим в сельскохозяйственно-лесном типе трансформации становятся пахотно-лесной и лесо-пахотный виды, а в пределах сельскохозяйственного типа – селитебно-пахотный вид антропогенной трансформации.

В XIX веке преобладающими антропогенной трансформации ландшафтов Гомельского Полесья были лесной и сельскохозяйственно-лесной типы и лесоболотный, лесной, пахотно-лесной и лесо-пахотный виды антропогенно трансформации по каждому из типов соответственно. Тогда как в конце XX века значительно снижается площадь ландшафтов с лесным типом, и начинают преобладать ландшафты с сельскохозяйственным и сельскохозяйственно-лесным типом антропогенной трансформации. Доминирующим в сельскохозяйственно-лесном типе трансформации становятся пахотно-лесной и лесо-пахотный виды, а в пределах сельскохозяйственного типа – селитебно-пахотный вид антропогенной трансформации.

Проведена общая историко-геоэкологическая оценка антропогенной преобразованности ландшафтов Гомельского Полесья в период с середины XIX до конца XX века, позволяющая проследить общую антропогенную преобразованность видов ландшафтов на основании интегрального анализа использовавшихся геоэкологических коэффициентов (Кап – коэффициент антропогенной преобразованности [6], Кэс – коэффициент экологической стабильности [7, 8], Кез – коэффициент естественной защищенности [9], М – индекс хемеробности [10]), отражающих различные аспекты влияния деятельности человека на ландшафт или его отдельные компоненты. Результаты общей геоэкологической оценки ландшафтов Гомельского Полесья приведены на рисунке.



Оценка антропогенной преобразованности ландшафтов Гомельского Полесья с середины XIX до конца XX века

В ходе оценки антропогенной преобразованности видов ландшафтов установлено ее значительное увеличение как в целом для Гомельского Полесья, так и для отдельных видов ландшафтов. В середине XIX века изучаемая территория относилась к слабо, средне и сильно преобразованной. Причем к сильно преобразованным относились пять видов ландшафтов: южный выдел пахотно-лесного волнистого моренно-зандрового, пахотно-лесной холмисто-волнистый вторично-моренный, южный выдел лесо-пахотного волнистого моренно-зандрового и пахотно-лесной холмисто-волнистый моренно-зандровый.

В XX веке уже четыре вида ландшафтов относились к категории очень сильно преобразованных – волнистый моренно-зандровый (южный выдел), холмисто-волнистый вторично-моренный, волнисто-увалистый моренно-зандровый и холмисто-волнистый моренно-зандровый. Все указанные ландшафты относятся к селитебно-пахотному виду антропогенной трансформации и являются источником дестабилизации прилегающих территорий. К слабо преобразованным ландшафтам в конце XX века относится болотно-пахотный плоскогивистый пойменный ландшафт. Остальные виды ландшафтов равномерно представлены в категории средне и сильно преобразованных.

За более чем две с половиной тысячи лет территория Гомельского Полесья прошла длительный путь от территории, осваиваемой древними охотниками и земледельцами, до развитого социально-экономического региона страны. В значительной степени был изменен природно-ресурсный потенциал, а вместе с ним и сам процесс ресурсопотребления, что во многом обусловлено значительной деградацией его отдельных элементов в ходе освоения территории.

Трансформация процесса ресурсопотребления в течение более чем двух с половиной тысяч лет привела в итоге к значительной перестройке природной структуры ландшафтов и увеличению антропогенной преобразованности территории Гомельского Полесья.

### Литература

1. Археалогія Беларусі: у 4 т. / пад. рэд. В.І. Шадыры, В.С. Вяргей. – Минск: Беларуская навука, 1997–2000. – Т. 2.: Жалезны век іраннясярэдневечча / А.А. Егарэйчанка, В.І. Шадыра, В.С. Вяргей [і інш.]. – 1999. – 502 с.
2. *Поболь Л.Д.* Археологические памятники Белоруссии: Железный век. – Минск: Наука и техника, 1983. – 456 с.
3. Очерки по археологии Белоруссии: в 2 ч. / Редкол.: В.Ф. Исаенко (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1970. – Ч. 1 – 272 с.
4. *Калечиц Е.Г.* Первоначальное заселение территории Белоруссии / Под ред. Б.Н. Гурского. – Минск: Наука и техника, 1984. – 159 с.
5. *Марцинкевич Г.И., И.И. Счастливая, И.П. Усова* Функциональная типология и структура трансформированных ландшафтов Белорусского Полесья // Земля Беларуси. – 2010. – № 3. – С. 24–27.
6. *Шищенко П.Г.* Прикладная физическая география. – Киев: Выща школа, 1988. – 192 с.
7. Агрэкологія / Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
8. *Волков С.Н.* Землеустройство в условиях земельной реформы (экономика, экология, право). – М.: Былина, 1998. – 210 с.
9. *Кочуров Б.И.* Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. – Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.
10. *Steinhard U.* Nemeromy index for landscape monitoring and evaluation // Environmental Induces – System Analysis Approach. – Oxford: EOLSS Publ., – 1999. – P. 237–254.

УДК [639.27:594.1](265.54)

**Л.С. Афейчук**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,*

*Владивосток, 690091*

*e-mail: larisa.afeychuk@tinro-center.ru*

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОМЫСЛОВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКОПЛЕНИЙ АНАДАРЫ БРОУТОНА В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

Приведены данные о современном состоянии и особенностях промысла анадары Броутона в скоплениях Амурского и Уссурийского заливов. Дана картина распределения моллюсков, промысловые параметры скоплений. Суммарная площадь скоплений составляет более 150 км<sup>2</sup>, общая численность – около 80 тыс. экз., общий запас – более 13 тыс. т, промысловый – около 9 тыс. т.

**Ключевые слова:** анадара, промысел, скопления, Амурский залив, Уссурийский залив, распределение, плотность, биомасса, размерный состав, ресурсы.

L.S. Afeychuk

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

### MODERN STATE AND COMMERCIAL USE OF THE *ANADARA BROUGHTONII* COLLECTIONS IN PETER THE GREAT BAY

Data on modern trade state and peculiarities of the *Anadara broughtonii* in the Amur and Ussuri Bays are presented. The mollusks distribution and the fishing collection parameters were determined. Total area of the collections exceeds 150 km<sup>2</sup>, total number is about 80 million ind., their total stock is more than 13,000 tonnes including 9,000 tonnes of commercial stock.

**Key words:** anadara, fishery, collection, the Amur Bay, the Ussuri Bay, distribution, density, biomass, size composition, resources.

Зарывающийся двустворчатый моллюск анадара Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenk, 1867) – один из самых ценных промысловых видов. Анадара содержит комплекс минералов, белков, витаминов, полисахаридов и биологически активных соединений, предупреждающих инфаркт миокарда, образование тромбов, регулирующих содержание сахара в крови и холестерина, а также содержит антиоксиданты, необходимые при лечении гипертонии, артрита и восстановлении организма после радиационных поражений или отравлений тяжелыми металлами.



Моллюск обитает в основном в странах Юго-Восточной Азии. Северная граница ареала вида проходит в Приморье по заливу Петра Великого, где промысловое значение имеют два скопления анадары – в кутовых частях Амурского и Уссурийского заливов общей площадью более 100 и менее 40 км<sup>2</sup> соответственно (рис. 1). Другие локальные скопления моллюсков невелики, их суммарная площадь составляет немногим более 50 км<sup>2</sup>.

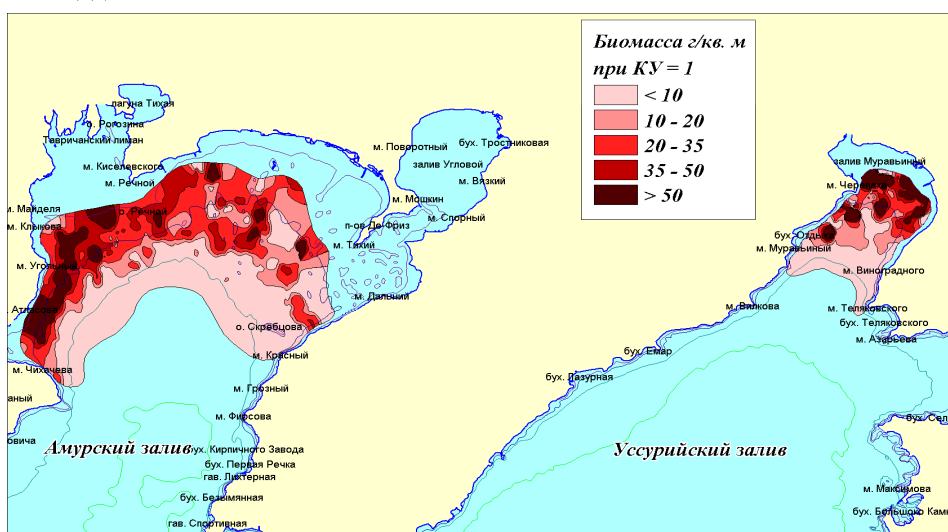


Рис. 1. Карта-схема расположения промысловых скоплений анадары в заливе Петра Великого с распределением удельной биомассы особей в 2014 г. (KY – коэффициент уловистости ораги)

В связи с появлением интереса к освоению новых перспективных нерыбных объектов промысла, в начале 90-х годов возникла необходимость проведения исследований, направленных на изучение скоплений анадары и возможности их использования. В процессе исследований были получены многолетние сопоставимые результаты о состоянии скоплений, распределении, ресурсах анадары [1–4], а также особенностях и влиянии промысла [5–7].

Добычу анадары в зал. Петра Великого вели начиная с 1994 года на мотоботах дражным способом. Лов моллюсков до 2000 г. осуществляли в кутовой части Уссурийского залива на акватории, площадью не более 15 км<sup>2</sup>. В 2001 г. было введено промышленное освоение ресурсов этого вида, а также был начат промысел моллюсков в б. Суходол. В связи с чем резко возрос пресс интенсивного лова на скопления, что негативно отразилось на их состоянии. Начиная с 2004 по 2010 гг. действовал промысловый запрет. В период с 2005 г. добычу вели исключительно на акватории Амурского залива. В 2010 г. запрет промысла анадары был снят и лов стали осуществлять как в Амурском, так и в Уссурийском заливах. В состоянии скопления анадары Амурского залива на протяжении всего периода промысла (2000–2014 гг.) сохранялась относительная стабильность.

Мониторинг современного состояния промысловых скоплений анадары, находящихся на краю ареала актуален, т.к. направлен на оценку динамики происходящих процессов и нивелирование тенденций, связанных с негативным воздействием интенсивного лова.

Целью настоящей работы является оценка состояния и промысловое использование ресурсов скоплений анадары Амурского и Уссурийского заливов в период с 2005 по 2014 гг.

Научно-исследовательские работы в пределах промысловых скоплений анадары Амурского и Уссурийского заливов были проведены дражным способом в летне-осенние периоды с 2005 по 2014 гг. Ежегодно в процессе комплексных учетных съемок на акваториях заливов проводили от 200 до 800 контрольных драгирований в диапазоне глубин от 2,5 до 14 метров на общей площади около 150 км<sup>2</sup> и промеряли от 5000 до 9000 особей анадары.

Полученные данные обрабатывали с помощью методов математической оценки результатов наблюдений [8, 9] пакетов программ STATISTICA 5.5 [10], Excel 2003, MapInfo Professional 7.0. Расчет численности и биомассы скоплений производили и методом полигонов (Диаграммы Вороного) [11].

Многолетние исследования показали, что промысловые скопления анадары Амурского и Уссурийского заливов неоднородны (рис. 1). Зоны с повышенной концентрацией особей перемежаются с участками, где моллюски более разрежены. Исследуемые скопления анадары распространяются от границы залегания пелитовых и мелкоалевритовых илов на глубинах от 2,5 м до глубин около 11 м в Амурском заливе и около 12 м – в Уссурийском. На акваториях обоих заливов с увеличением глубины удельная биомасса и плотность уменьшаются, уловы также сокращаются и доходят практически до нуля на глубинах 11–12 м (рис. 2). Параметры промысловых скоплений представлены в таблице .

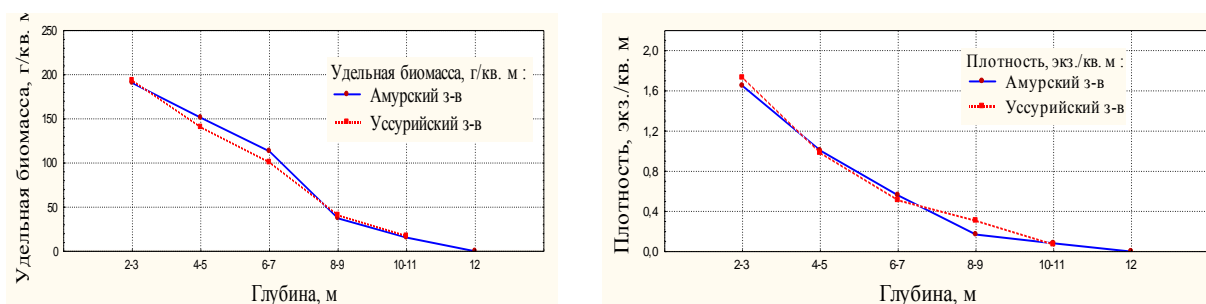


Рис. 2. Распределение удельной биомассы и плотности особей анадары по глубинам в скоплениях Амурского и Уссурийского заливов (2014 г.)

Анадара является экспортным объектом, к которому предъявляются требования по размерным характеристикам особей и их качеству. Основной пресс лова в скоплениях приходится на особей длиной раковины от минимального промыслового размера 80 мм до 96 мм (вылавливаемая или эксплуатируемая часть скопления (ЭЧ)). Эти моллюски пользуются наибольшим спросом на международном рынке, особей более крупного размера, в основном, возвращают в среду обитания, реже направляют на внутренний рынок.

Параметры промысловых скоплений анадары (2014 г.)

Скопление	Общая площадь скоплений, км <sup>2</sup>	Площадь районов лова, км <sup>2</sup>	Доля от общей площади скопления, %	Общая численность, тыс. экз.	Общий запас, т	Промысловый запас, т
Амурский залив	12 9	56	43,4	62 122	10 569	7 293
Уссурийский залив	2 9	10	34,5	16 703	2 795	1 565
Всего:	158	66	41,8	78 825	13 364	8 858

В процессе исследований отмечена экологическая особенность существования вида в скоплениях Амурского и Уссурийского заливов, связанная с увеличением средней длины раковины по мере возрастания глубины (рис. 3). Особи из ЭЧ в скоплениях заливов обитают на глубинах от 3 до 11 м. Повышенные концентрации моллюсков, удовлетворяющие требованиям промысла, находятся на глубинах не более 6 м, что существенно сокращает площади акваторий с наиболее благоприятными условиями для промысла (рис. 2, 4, таб. 1).

Такие акватории являются районами лова, на которые приходится основная промысловая нагрузка. Следует отметить, что площадь районов лова в скоплении анадары Амурского залива почти в 6 раз превышает площадь района лова в скоплении Уссурийского залива (рис. 4).

Существуют ограничения по качеству экспортируемой анадары, заключающиеся в том, что, раковины моллюсков должны быть без повреждений и тупого брюшного края. Образование тупого брюшного края может быть вызвано естественными причинами в связи со старением особей и от полученного стресса под воздействием интенсивного промысла, когда моллюски перестают нормально питаться, что приводит к замедлению темпов роста. Кроме того, последствия интенсивного промысла проявляются в увеличении числа травмированных и ослабленных особей, а также моллюсков с дефектами раковин. Такое явление особенно характерно для скопления анадары Уссурийского залива, т.к. на относительно малой площади около 10 км<sup>2</sup> (6% от суммарной площади промысловых скоплений) проводят наиболее интенсивный лов по сравнению со скоплением Амурского залива (56 км<sup>2</sup> и 36% соответственно).

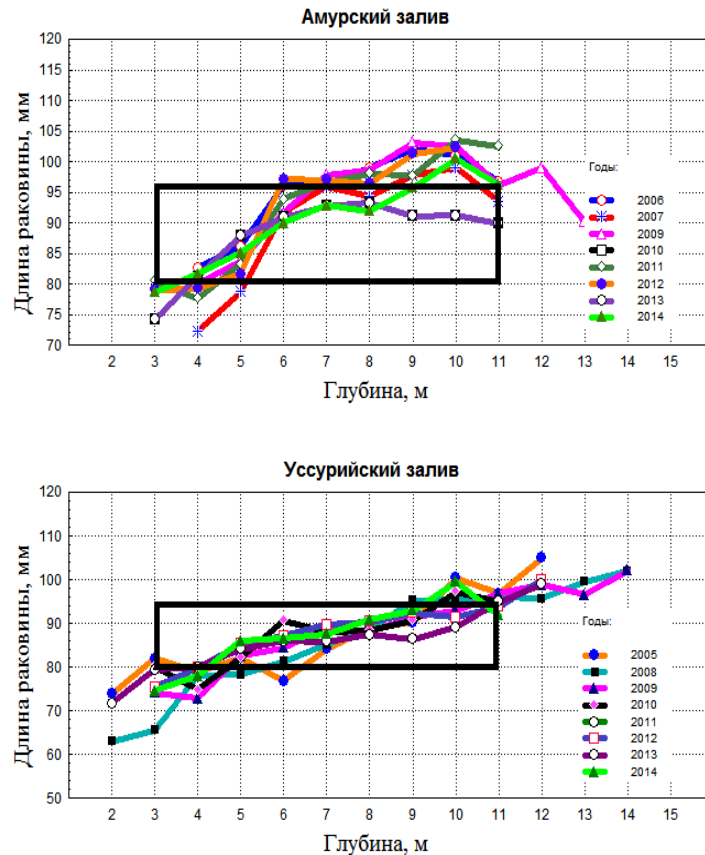


Рис. 3. Распределение средней длины раковин анадары по глубинам в скоплениях Амурского и Уссурийского заливов (вылавливаемая или эксплуатируемая часть скопления)

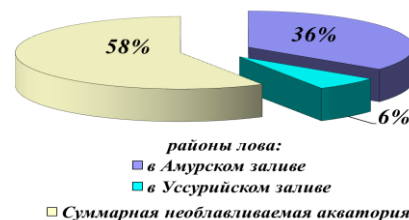


Рис. 4. Соотношение площадей в промысловых скоплениях анадары



Кондиционными, т.е. соответствующими требованиям экспорта, в Амурском заливе являются около 39% особей от общего запаса скопления, тогда как в Уссурийском заливе их около 25% (рис. 5).

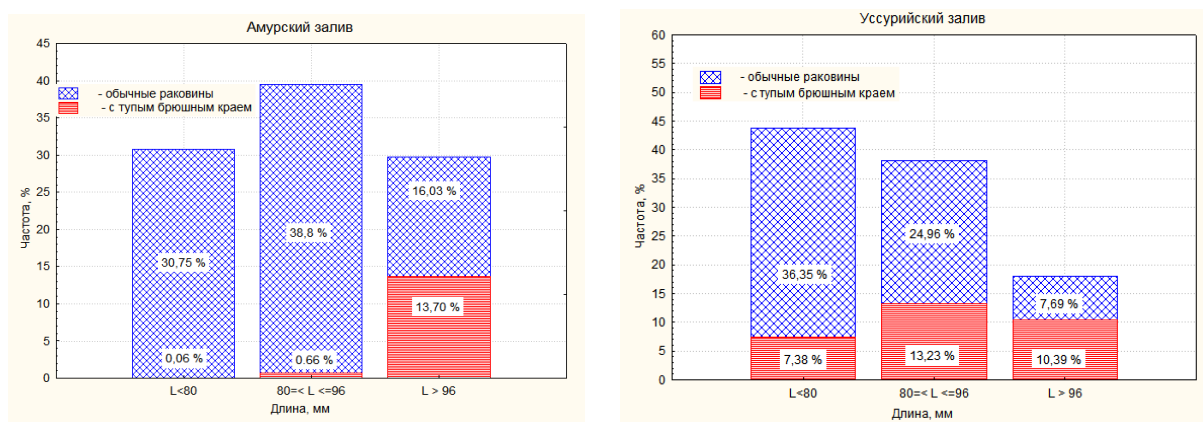


Рис. 5. Соотношение разных размерных групп особей анадары в промысловых скоплениях (2014 г.)

Следует отметить, что акватория кутовой части Уссурийского залива, несмотря на относительно малую площадь по сравнению с акваторией Амурского залива, наиболее благоприятна для дражного промысла, в связи с отсутствием на дне естественных препятствий в виде устричных банок, подводных каменистых гряд, мелей и пр., что характерно для последнего.

Состояние скопления анадары Амурского залива относительно стабильно. В Уссурийском заливе состояние скопления анадары требует пристального внимания в целях предотвращения «перелова» моллюсков. Динамика промысловых характеристик скопления анадары из кутовой части Уссурийского залива представлена на рисунке 6.

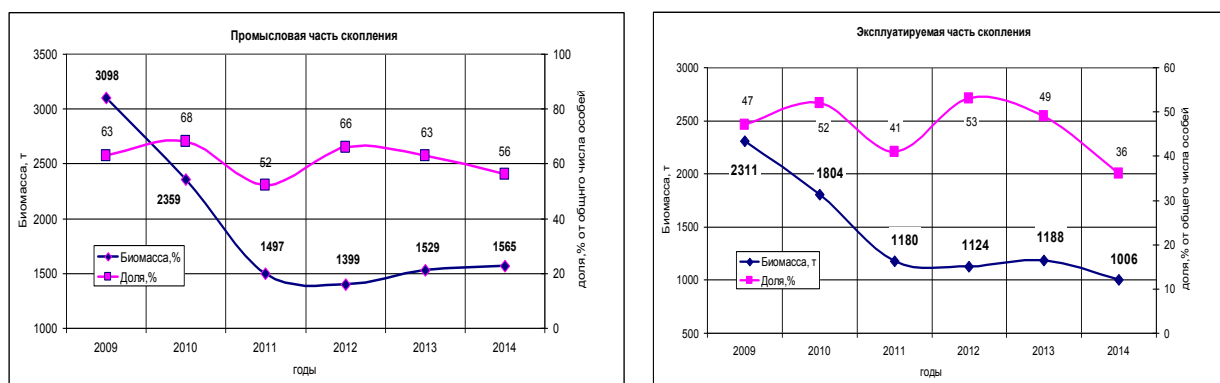


Рис. 6. Динамика промысловых характеристик скопления анадары из кутовой части Уссурийского залива (2009 – 2014 гг.)

В скоплении Уссурийского залива за период с 2009 по 2014 гг. наблюдается тенденция снижения ЭЧ скопления. За год (с 2013 по 2014 гг.) ЭЧ скопления снизилась на 13%, т.е. почти на 180 т., тогда как промысловая часть скопления осталась практически на одном уровне.

ОДУ (оптимально-допустимый улов) для промысловых скоплений залива Петра Великого установлен в объеме 300 т., что составляет порядка 3% от промыслового запаса моллюсков кутовых частей Амурского и Уссурийского заливов.

В целях рационального освоения ресурсов анадары с учетом экологических особенностей существования вида на краю ареала, условий формирования промысловых скоплений в Амурском и Уссурийском заливах, а также специфики промысла анадары следует тщательно регулировать промысловую нагрузку и распределять ее пропорционально соотношению площадей районов лова.

## Литература

1. Афейчук Л.С. Состояние скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenk, 1867) в Амурском заливе // Материалы II Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, 22 – 24 мая 2012 г.). – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – С. 40–44.
2. Афейчук Л.С. Состояние скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*, Schrenk, 1867) в Уссурийском заливе // Материалы II Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана» (Владивосток, 22 – 24 мая 2012 г.). – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – С. 45–49.
3. Седова Л.Г., Соколенко Д.А., Репина Е.М., Власенко Р.А., Афейчук Л.С. Распределение и ресурсы промысловых двустворчатых моллюсков в заливе Петра Великого (Японское море) // Материалы всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО» «Водные биологические ресурсы северной части Тихого океана: состояние, мониторинг, управление» (26–27 сентября, 2012). – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. – С. 209–217.
4. Афейчук Л.С. Состояние ресурсов промысловых скоплений анадары Броутона в заливе Петра Великого // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции (25–27 марта 2014 г.) «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Часть II. – С. 12–17.
5. Афейчук Л.С. Особенности промысла анадары в Уссурийском заливе // Материалы Второй Международной научно-практической конференции «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки». – Архангельск: ВНИРО, 2005. – С. 179–182.
6. Афейчук Л.С. Влияние промысла на состояние скоплений анадары в заливе Петра Великого (Японское море) // Материалы региональной научно-практической конференции «Экологические проблемы Дальнего Востока». – Хабаровск, 2007. – С. 5.
7. Седова Л.Г., Калинина М.В., Соколенко Д.А. Влияние запрета промысла на состояние поселения анадары в Уссурийском заливе (залив Петра Великого, Японское море). Известия ТИНРО. – Владивосток, 2009. – Т. 159. – С. 101–109.
8. Методы изучения двустворчатых моллюсков. – Л.: ЗИН АН СССР, 1990. – Т. 219. – 208 с.
9. Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищ. пром., 1968. – 283 с.
10. Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1997. – 608 с.
11. 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 556.53(470.26-25)

**Н.Р. Ахмедова, Н.И. Костылева, А.Ф. Шигапова**

*Калининградский государственный технический университет,*

*Калининград, 236022*

*e-mail: isfendi@mail.ru*

## **К ВОПРОСУ О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЗАТОПЛЕНИЯ И ПОДТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ В ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЕ**

Город Калининград относится к территориям, подверженным подтоплениям. Здесь находится множество поверхностных водных объектов, которые в большинстве случаев выполняют несколько функций – от рекреационных до регулирующих водный режим. В данной работе приведены некоторые результаты мониторинга водных объектов, расположенных в городской черте: описано состояние реки Товарной, определены ее морфометрические параметры и представлены результаты качественного анализа воды.

**Ключевые слова:** река Товарная, водный объект, гидрохимический анализ, гидрометрические показатели.

**N.R. Akhmedova, N.I. Kostyleva, A.F. Shigapova**

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

### **TO THE QUESTION OF PREVENTING FLOODING EVENTS AND ELEVATED TERRITORIES IN THE CITY LIMITS**

Kaliningrad refers to areas that suffer from flooding. There are many surface water bodies, which, in most cases, fulfill several functions: from recreational to water regime regulating. Some results of the monitoring of water objects located in the city were presented in the article. The state of the river Tovarnaya and its morphometric parameters were described. The results of the qualitative water analysis were defined.

**Key words:** river Tovarnaya, water objects, hydrochemical analysis, hydrometric indicators.

Река Товарная берет свое начало недалеко от поселка Поддубное Гурьевского района, в самом городе – с улицы Большая Окружная, и протекает через спальные районы, железную дорогу и лесопарковые зоны, впадает в р. Преголя. Данный водоток имеет пять притоков – мелиоративные каналы МПО-5а, МПО-5б, МПО-5в, МПО-5г, МПО-5д (рис. 1).

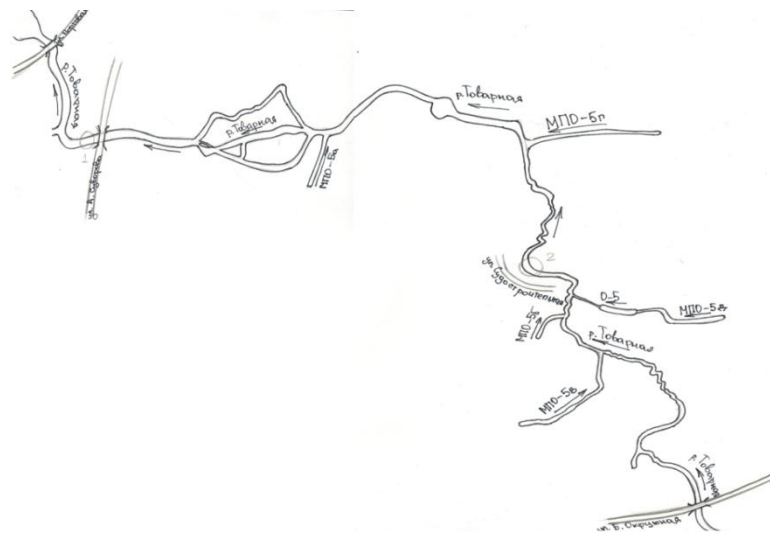


Рис. 1. Схема р. Товарной (г. Калининград)

От Окружной дороги до пересечения с улицей Аллея Смелых река протекает по заболоченной местности, ее русло завалено деревьями, бытовым мусором, наблюдаются донные отложения мощностью 0,6–0,7 м, что приводит к образованию мелководных перекатов.

Дальше р. Товарная протекает через городские застройки, в районе ул. Судостроительной русло расширяется, наблюдается быстрое течение, вода имеет отчетливо выраженный неприятный запах. Ниже по течению (от ул. Судостроительной) русло реки значительно сужается, берега заросшие кустарниковой и древесной растительностью.

Между улицами Киевская и Суворова р. Товарная протекает по заболоченной низине, течение слабое, берега заросшие, в районе моста (ул. Суворова) на дне по всей ширине русла видны наносы (рис. 2).



Рис. 2. р. Товарная (г. Калининград, ул. А. Суворова)

В табл. 1, на рис. 3–4 представлены основные гидрометрические показатели реки (в районе ул. А. Суворова).

Таблица 1

Гидрометрические показатели р. Товарной

Дата замеров	Средняя скорость течения, м/с	Ширина русла, м	Максимальная глубина, м	Средняя глубина, м	Средняя глубина наносов, м
12.10.14	0,078	7	0,75	0,73	0,40
8.11.14	0,080	8	0,84	0,72	0,48

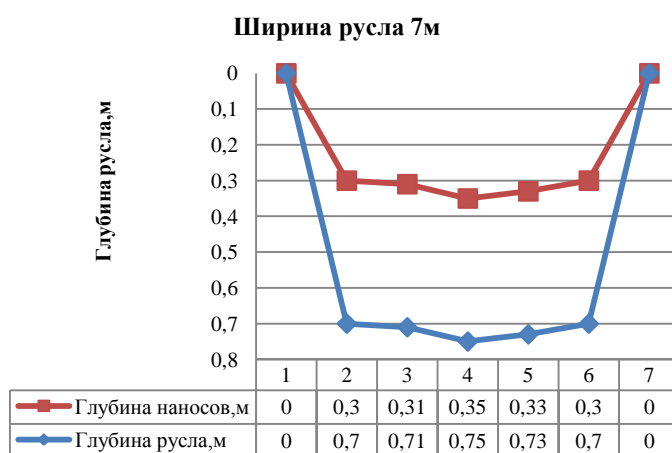


Рис. 3. Профиль поперечного сечения р. Товарной (ул. А.Суворова, 12.10.14)

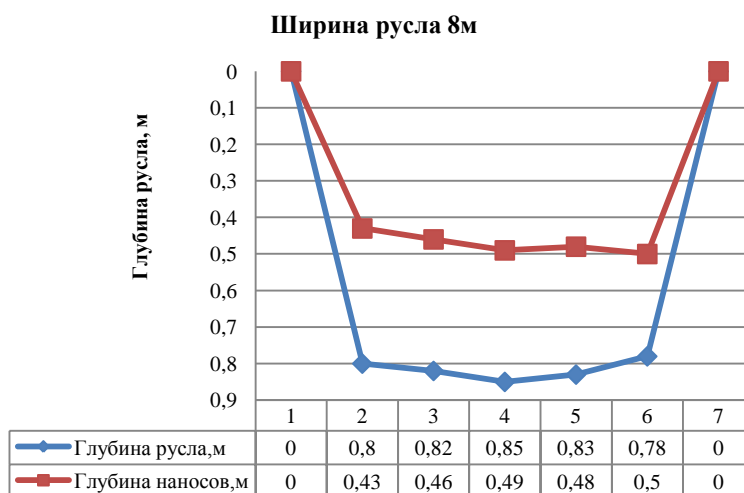


Рис. 4. Профиль поперечного сечения р. Товарной (ул. А.Суворова, 8.11.14)

В устьевой части русло водотока расширяется до 20 м, наблюдаются берега, заросшие древесной и кустарниковой растительностью (рис. 5).

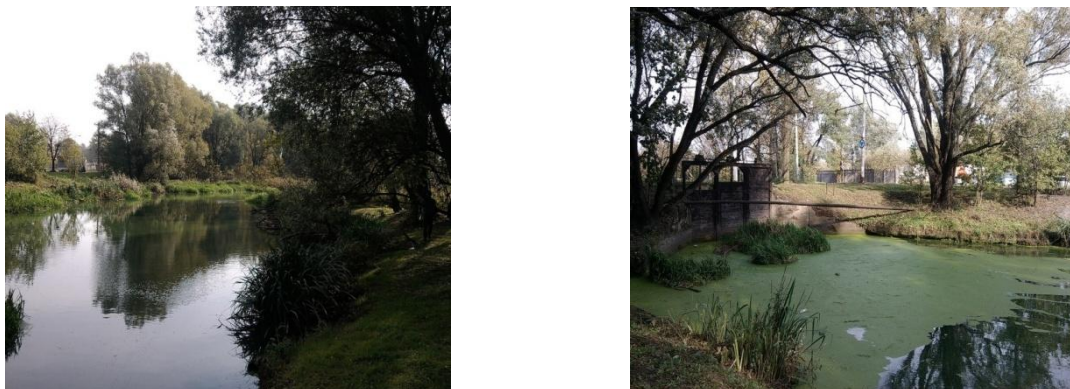


Рис. 5. Приустьевая часть р. Товарной

В километре от устья, где реку пересекает дорога, были отобраны пробы воды для проведения гидрохимического анализа. Условия отбора проб и данные качественного анализа приведены в табл. 2–3.

Таблица 2

Условия отбора проб

Дата замеров	12.10.14	8.11.14
t° воды	+11	+3
t° воздуха	+14	+6
Давление, мм.рт.ст	762,1	763,9
Относительная влажность, %	91,0	93,8
Скорость ветра, м/с	5	2

Таблица 3

Данные гидрохимического анализа (р. Товарная, приустьевая часть)

Концентрация, мг/л	Дата замеров	
	12.10.14	8.11.14
Хлориды	178	167
Аммоний-ион	0,7	0,3
Нитрит-ион	0,02	0,03
Сульфат-ион	50	50
Нитрат-ион	15	15
Ca <sup>2+</sup>	5	5

В обоих случаях отобранная проба воды имела интенсивный, легко определяемый земельный запах и прозрачный, без ярко выраженных примесей цвет; Ph = 6,9; общая жесткость 7,5 ммоль/ л экв.

На всем протяжении водотока в границах города можно наблюдать сбросы стоков, имеющие неприятный ярко выраженный канализационный запах, как, например, в районе ул. Судостроительной (рис. 6).

Результаты исследований, проведенных на р. Товарной, говорят о неудовлетворительном состоянии данного водного объекта и необходимости проведения ряда восстановительных мероприятий, таких как очистка русла, берегоукрепительные работы, выявление и устранение всех несанкционированных стоков, негативно влияющих на качество воды в реке, разработка схем и организация сбора и отвода поверхностного стока и дренажной системы.

При достаточно сложных гидрологических, гидрометеорологических условиях в Калининградской области, в частности г. Калининграде, без вышеперечисленных работ проблема подтопления и затопления территории города не сможет быть решена [1, 2].



Рис. 6. р. Товарная (г. Калининград, ул. Судостроительная)

## Литература

1. Ахмедова Н.Р. К вопросу о мониторинге водных объектов, расположенных в черте города / Н.Р. Ахмедова, Ю.А. Спирин // Инновационное развитие современной науки: Междунар. науч.-практич. конф.: сб. статей. – Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2014. – С. 207–209.
2. Кантарник М.С. О проблемах защиты территорий города Калининграда от неблагоприятных водных воздействий / М.С. Кантарник // Комплексное использование и охрана водных ресурсов региона: Сборник научных трудов. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – С. 87–92.

УДК 556.5:502.173(470.26-25)

**Н.Р. Ахмедова, Ю.А. Спирин, Н.А. Шерман**

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

### **О ПРОБЛЕМЕ НЕРАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Калининградская область, в силу своих природных условий, имеет высокий рекреационный потенциал, который, к сожалению, в настоящее время не реализован. В данной работе приведены некоторые результаты мониторинга водных объектов, расположенных в черте города Калининграда, которые могут быть основными элементами рекреационной зоны на урбанизированных территориях.

**Ключевые слова:** рекреационный потенциал, водные ресурсы, ручей Воздушный.

**N.R. Akhmedova, U.A. Spirin, N.A. Sherman**

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

### **THE PROBLEM OF IRRATIONAL USE OF WATER RESOURCES**

Kaliningrad region, because of its natural conditions, has high recreational potential, which, unfortunately, is not currently implemented. Some results of the monitoring of water bodies located in the city of Kaliningrad, which may be the main elements of a recreational zone in urban areas were presented in the article.

**Key words:** recreation potential, water resources, stream Vozdushnyi.

Отличительной чертой г. Калининграда до недавнего времени было большое количество парков, скверов, где жители города могли приятно провести время, отдохнуть. В последние годы, в связи с расширением зон застройки, уничтожением зеленых насаждений город потерял свою рекреационную привлекательность.

Неоспоримым фактом является то, что водные объекты являются «центром» зон отдыха и их состояние значительно влияет на привлекательность этих территорий.

В данной работе представлены некоторые результаты исследования ручья Воздушного, который протекает с севера на юг от пруда Пионерский между улицами Бассейной и Лесопарковой и впадает в р. Преголю напротив Лесной гавани (рис. 1).



Рис. 1. Исток ручья Воздушного (пруд Пионерский)

В районе истока берега плотно покрыты травой, кустарником, склоны вогнутые, почва болотистая, видны следы подтоплений, в 25 метрах находятся жилые постройки. На правом берегу построена бетонная стена с металлическим ограждением.

Отобранная для анализа проба воды имеет ярко выраженный земельный запах и слабо желтоватый оттенок; рН = 6,7; общая жесткость – 12,5 ммоль/ л экв.

Кроме того, для гидрохимического анализа отбирались пробы воды в районе истока. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Данные гидрохимического анализа

Концентрация, мг/л	Место отбора проб	
	Исток	Сброс
Хлориды	178	356
Аммоний-ион	3,0	0,2
Нитрит-ион	0,02	2,0
Сульфат-ион	56	56
Нитрат-ион	30	10
БПК полн.	5,6	1,3
ХПК	28,9	27,4
Растворенный O <sub>2</sub>	4,95	0,32

На одном из участков ручья, в паре сотен метров от устья, был обнаружен несанкционированный сброс воды, для определения качества которой были отобраны пробы (рис. 2).



Рис. 2. Место сброса несанкционированных стоков

У места сброса по правому берегу располагается автомобильная дорога и небольшая автостоянка. По левому берегу расположено множество гаражей и небольших предприятий. Берега ручья вогнутые и травянистые.

Взятая проба воды из места, где происходит сброс, имеет запах нефтяных примесей. Вода мутная с ярко выраженным осадком; рН = 6,4; общая жесткость – 10 ммоль/ л экв.

Ниже, в табл. 2, рис. 3, представлены основные гидрометрические показатели ручья. Измерения проводились в конце сентября, у места несанкционированного сброса вод. При проведении измерений была пасмурная погода, температура воздуха 16°C, температура воды 14°C.

Таблица 2

**Гидрометрические показатели**

Средняя скорость течения, м/с	Площадь водного сечения, м <sup>2</sup>	Ширина по уровню воды, м	Максимальная глубина, м	Средняя глубина, м	Расход воды, м <sup>3</sup>
0,33	1,34	2,59	0,42	0,33	0,442

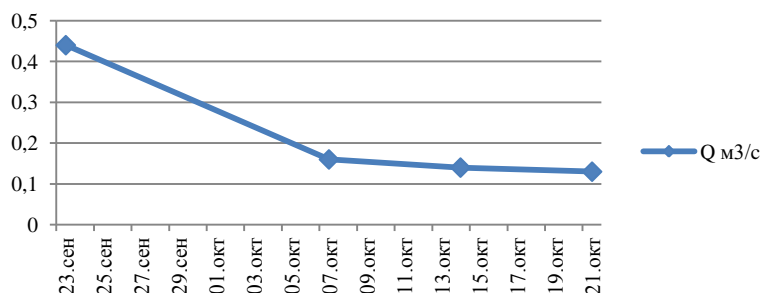


Рис. 3. Динамика расхода воды в ручье Воздушном



Рис. 4. Устье ручья Воздушного

Также были проведены исследования в приустьевой части водотока: берега травянистые, пологие, почва болотистая. Непосредственно в устье берега укреплены булыжником (рис. 4). Над устьем располагается функционирующий железнодорожный переезд.

Промеры проводили в октябре 2014 г., погода была ясной, ветер слабый, температура воздуха 8°C, температура воды 11°C, уровень воды измерялся дважды (в начале и конце работ). В табл. 3 приведены основные гидрометрические параметры устья ручья Воздушный.

Таблица 3

**Гидрометрические параметры**

Средняя скорость течения, м/с	Площадь водного сечения, м <sup>2</sup>	Ширина по уровню воды, м	Максимальная глубина, м	Средняя глубина, м	Расход воды, м <sup>3</sup>
0,10	0,435	4,0	0,24	0,13	0,0435

В табл. 4 представлены данные промерных работ в устье.

Таблица 4

**Данные промера глубин ручья Воздушный (нуль графика поста – 90 м усл.)**

№ промерной вертикали	Расстояние от постоянного начала, м	Глубина, м				Отметка дна реки, м усл.	Расстояние между вертикалями, м	Площадь водного сечения между вертикалями, м
		I	II	средняя	между вертикалями			
Урез правого берега	2	0	0	0	0,050	90,24	0,66	0,026
1	2,67	0,08	0,08	0,08	0,175	90,16	0,66	0,106
2	3,33	0,25	0,23	0,24	0,200	90,0	0,66	0,132
3	4,00	0,14	0,18	0,16	0,140	90,08	0,66	0,092
4	4,67	0,12	0,12	0,12	0,100	90,12	0,66	0,059
5	5,33	0,06	0,06	0,06	0,040	90,18	0,66	0,020
Урез левого берега	6,0	0	0	0	–	90,24	–	



Результаты полевых исследований позволяют говорить о неудовлетворительном состоянии водного объекта как с точки зрения качественного состояния (наблюдается превышение ПДК загрязняющих веществ), так и со стороны эстетического восприятия – несанкционированные канализационные стоки, неприятный запах, неухоженные берега и прилегающая к ручью территория. Полученная информация позволит разработать план мероприятий, направленных на улучшение состояния данного объекта, что в дальнейшем повысит его рекреационную привлекательность.

УДК 639.222.2(261.243)

**С.И. Боркин, А.Ф. Кузнецов, И.В. Боркин**

*Государственный научно-исследовательский институт озерного  
и речного рыбного хозяйства (ФГБНУ ГосНИОРХ),  
Санкт-Петербург, 199053  
e-mail:borkin-80@mail.ru  
e-mail:aleha1980@rambler.ru  
e-mail:bormarine@rambler.ru*

### **ПРОМЫСЕЛ И НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ БАЛТИЙСКОЙ СЕЛЬДИ (САЛАКИ) ФИНСКОГО ЗАЛИВА**

Приводится обзор истории промысла и характеристика сегодняшнего состояния промысла балтийской сельди в восточной части Финского залива Балтийского моря, а также краткий анализ ее основных биологических показателей в последний период.

**Ключевые слова:** балтийская сельдь (салака), Финский залив, траловый, прибрежный промысел, биология, возраст, длина, вес.

**S.I. Borkin, A.F. Kuznetsov, I.V. Borkin**

*State Scientific-Research Institute of Lake and river fisheries  
(«FGBNU GosNIORH»),  
St. Petersburg, 199053;  
e-mail:borkin-80@mail.ru  
e-mail:aleha1980@rambler.ru  
e-mail:bormarine@rambler.ru*

### **FISHING AND SOME BIOLOGICAL FEATURES OF BALTIC HERRING IN THE GULF OF FINLAND**

The review of fishing history and description of the today's state of fishing of the Baltic herring in the eastern part of gulf of Finland of the Baltic sea, and also short analysis of her basic biological indexes were brought for the last period.

**Key words:** Baltic herring, the Gulf of Finland, trawling, coastal fishing, biology, age, length, weight.

Салака *Clupea harengus membras L.*, являясь основным объектом промысла в Балтийском бассейне, занимает ведущее место в ихтиоценозе Финского залива. Удельный вес ее в общих уловах рыбохозяйственных организаций Ленинградской области составляет, как правило, 50–60%, достигая в отдельные годы 70–75%.

Траловый и прибрежный промысел в восточной части Финского залива носит традиционный характер и проводится ежегодно. Траловый промысел сельди осуществляется с середины

50-х годов, когда активно стали внедряться пелагические орудия лова. По мере увеличения количества судов на промысле одновременно увеличивался и вылов салаки, ежегодный объем которого возрос до 15–21 тыс. т в 1968–1971 гг. [1]. При этом большие уловы были получены не только за счет интенсификации промысла, но прежде всего за счет высокого уровня ее запасов.

Однако в последующем с уменьшением численности сельди со второй половины 70-х гг. наметилась тенденция снижения вылова рыбы. К середине 90-х гг. объем добычи на траловом промысле редко превышал 6–8 тыс. т [2]. В последнее же десятилетие уловы колебались от 1 тыс. т до 3,5 тыс. т. в год (табл. 1) [3]. Основной причиной этого было не только снижение запаса сельди из-за нарушения экосистемы водоема вследствие высокой антропогенной нагрузки на биоту [4, 5], но и в связи с деградацией в целом рыбохозяйственной инфраструктуры в регионе.

Следует отметить, что и количество судов на промысле ежегодно сокращалось, что было обусловлено в первую очередь ухудшением сырьевой базы. В годы максимального вылова рыбы в период благополучного состояния ее запаса на весеннем промысле преднерестовых скоплений участвовало до 75 маломерных тральщиков. В последние 5–10 лет на фоне значительного снижения численности популяции количество судов уменьшалось с 20–25 до 2–5 единиц.

Траловый промысел осуществляется в самой западной части района и носит выраженный сезонный характер, который заключается в значительной интенсификации лова в марте – июне и сентябре – декабре и прекращении добычи в летний (с отходом рыбы на нерестилища) и зимний (в зависимости от ледовой обстановки) сезоны.

В 2013–2014 гг. продолжительность лова салаки существенно сократилась. Так, в 2013 г. промысел велся лишь в апреле-мае и в ноябре-декабре. В 2014 г. лов ограничился периодом март-апрель и октябрь – декабрь. В оба года промысел также велся и в январе в течение 1,5–2 недель.

Балтийская сельдь встречается повсеместно по всей восточной части Финского залива за исключением опресненных участков с соленостью ниже 2‰. Однако наиболее плотные и устойчивые скопления, имеющие промысловое значение, рыба образует в октябре – декабре в западных акваториях водоема с наибольшими глубинами (40–80 м), прилегающих к островам Мощный, Большой и Малый Тютерсы, Гогланд, а также в Нарвском заливе [6]. Распределение зимовальных косяков, как правило, сохраняется на тех же позициях до весны, но в отдельные годы может проследиваться миграция рыбы в смежные районы под влиянием различных факторов.

Таблица 1

Вылов сельди в Финском заливе в 2001–2014 гг., т

Промысел	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Траловый	5925	5562	3484	964	873	1813	2495	2243	3490	1921	2395	2155	1211	2394
Прибрежн.	729	616	816	152	295	250	185	237	207	102	91	75	23	42
Всего	6654	6178	4300	1116	1168	2063	2680	2470	3697	2023	2486	2230	1234	2436

Прибрежный промысел нерестовой сельди известен издавна. В довоенный период основными орудиями лова были ставные сети, зимние салачные невода и ставные невода, суммарный вылов которыми варьировал в пределах 2–5,5 тыс. т [7, 8]. Начиная с 50-х годов лов рыбы на участках побережья ведется только ставными неводами ввиду их высокой эффективности. Ежегодный вылов в этот период и вплоть до середины 70-х годов колебался от 3 до 7 тыс. т и в отдельные годы превосходил объемы тралового лова.

В последующем на фоне снижения численности салаки прибрежный промысел постепенно утрачивал свое значение. Уловы снижались и к концу предыдущего столетия не превышали 500–800 т в год. Одновременно уменьшалось и количество рыболовецких бригад, а также других организованных пользователей.

В 2004–2012 гг. уловы сельди снизились до критического уровня (табл. 1). А в 2013–2014 гг. ставниковый промысел, который еще осуществляли два рыбколхоза, как таковой фактически прекратил свое существование в связи с отсутствием заинтересованности рыбаков по коммерческим соображениям. Вылов салаки стал носить характер эпизодического прилова в течение года в количестве десятков или сотен кг у водопользователей различных форм собственности для нужд местного населения.

Известно, что балтийская сельдь относится к рыбам с коротким жизненным циклом. Максимальный ее возраст редко превышает 9–10 лет при длине 26–30 см [9, 2]. В популяции традиционно преобладают особи двух, трех и четырех лет.

Наши исследования показывают, что в последние годы размерно-возрастная структура салаки в восточной части Финского залива существенно не изменилась (табл. 2, 3). В весенний период, как правило, преобладали 2-, 3- и 4-годовики, на долю которых в среднем приходится 80–90% запаса. Осенью основу траловых уловов составляли 2-, 3- и 4-летки, суммарное количество которых в процентном выражении было несколько меньше за счет появления в стаде сеголеток.

Таблица 2

Возрастной состав сельди из траловых уловов в 2008–2014 гг., %

Год	Полуго- дие	Возраст, лет							n
		0+	1-1+	2-2+	3-3+	4-4+	5-5+	6-6+	
2008	1-е		6,0	19,9	44,4	27,6	2,1		778
	2-е	5,6	68,7	17,0	8,3	0,4			701
2009	1-е		15,2	32,4	39,5	12,5	0,4		645
	2-е	1,3	47,1	41,4	8,1	1,8	0,3		764
2010	1-е		3,0	23,9	46,5	22,0	4,4	0,2	715
	2-е	6,3	46,9	35,0	10,6	1,2			509
2011	1-е		6,2	32,8	38,0	17,9	4,6	0,5	663
	2-е	5,6	28,3	38,0	24,9	3,2			525
2012	1-е		13,3	21,2	32,9	23,4	7,4	1,8	367
	2-е	26,9	9,3	29,6	24,1	7,7	2,4		200
2013	1-е		18,6	23,2	19,8	24,3	7,9	6,2	254
	2-е	0,4	10,2	15,1	40,1	22,2	9,3	2,7	267
2014	1-е		12,0	25,0	29,4	24,3	6,7	1,5	295
	2-е	21,8	6,9	21,3	29,1	13,5	6,8	0,6	175

Соотношение возрастных групп в различные годы подвержено изменению и зависит в основном от пополнения и воздействия на популяцию различных факторов.

Размерно-весовой состав салаки в уловах также колеблется по годам. Эти изменения зависят от численности в стаде отдельных поколений, а также условий обитания в различные годы.

В траловых уловах по нашим наблюдениям встречаются особи длиной от 6 до 19 см, но, как правило, 7–17 см с преобладанием рыб 13–15 см и массой 12–20 г (табл. 3, 4). Средние значения длины и массы по возрастам год от года колеблются и в значительной степени зависят от обеспеченности сельди пищей. Вместе с тем за период 2008–2014 гг. изменения средней длины и массы тела возрастных групп салаки в восточной части Финского залива не выходили за пределы их естественных колебаний.

Салака быстро растет в первые полтора-два года до наступления половой зрелости. Так, размерный ряд сеголеток к началу первой зимовки составляет 6–11 см при средней длине 8,8–9,2 см и массе тела 4–5 г. В возрасте двух лет средняя длина особей составляет уже 12,2–13,2 см при общей длине 10–14 см, масса тела – в среднем 12–14 г. Однако затем прирост линейный размеров и массы замедляется (табл. 3, 4).

Таблица 3

Средняя длина сельди из траловых уловов в 2008–2014 гг., см

Год	Полуго- дие	Возраст, годы							Средн.
		0+	1-1+	2-2+	3-3+	4-4+	5-5+	6-6+	
2008	1-е		9,4	13,4	14,2	14,6	15,5		13,9
	2-е	9,1	13,0	14,3	14,6	15,1			13,5
2009	1-е		9,4	13,3	14,3	14,7	16,8		13,5
	2-е	8,9	13,2	14,3	14,7	15,5	17,2		13,8
2010	1-е		9,6	13,5	14,6	15,3	15,8	18,0	15,5
	2-е	8,9	12,2	14,1	14,7	15,5			13,0
2011	1-е		9,7	13,4	14,9	15,8	16,2	17,8	14,4
	2-е	8,3	12,8	14,0	14,7	15,5			13,5
2012	1-е		9,5	12,9	14,6	15,4	16,3	17,8	14,0
	2-е	9,1	12,8	13,7	14,9	16,0	16,5		14,1
2013	1-е		9,7	12,5	14,1	15,3	15,8	17,2	13,5
	2-е	8,8	12,6	13,8	14,6	15,4	16,4	17,1	14,7
2014	1-е		8,8	12,4	13,7	15,0	15,7	16,5	13,0
	2-е	8,1	12,7	13,7	14,5	15,5	16,3	17,2	12,9

Средняя масса сельди из траловых уловов в 2008–2014 гг.

Год	Полугодие	Возраст, годы							Средн.
		0+	1–1+	2–2+	3–3+	4–4+	5–5+	6–6+	
2008	1-е		4,5	14,5	16,2	17,5	21,1		15,6
	2-е	4,3	13,8	17,6	18,9	20,7			14,3
2009	1-е		4,5	13,9	16,6	17,5	25,1		14,0
	2-е	4,1	15,2	18,8	19,7	22,8	29,0		17,1
2010	1-е		4,2	13,6	15,8	17,2	23,2	26,3	15,6
	2-е	4,4	11,6	16,2	17,7	18,8			13,5
2011	1-е		4,6	13,1	17,4	20,3	21,7	29,5	16,0
	2-е	4,7	13,4	17,8	22,2	28,2			17,3
2012	1-е		4,5	12,6	17,8	21,3	25,7	29,8	16,5
	2-е	4,8	13,8	16,9	21,8	25,9	31,6		15,6
2013	1-е		5,1	11,4	16,3	20,9	26,0	34,0	16,4
	2-е	4,8	13,0	16,7	20,7	23,5	27,8	32,3	18,8
2014	1-е		4,4	11,7	15,1	19,7	23,7	28,1	14,9
	2-е	3,4	13,9	17,9	20,9	24,4	29,7	34,4	17,2

Таким образом, траловый и прибрежный промысел салаки в восточной части Финского залива пришел в упадок, основными причинами чему явились падение запаса сельди по различным причинам и прежде всего из-за высокой антропогенной нагрузки на водоем (гидростроительство, загрязнение, перелов, и т.д.), а также из-за разрушения рыбохозяйственной инфраструктуры в регионе в целом.

Размерно-возрастная структура салаки в восточной части Финского залива за период 2008–2014 гг. существенно не изменилась, показатели средней длины и массы тела возрастных групп не выходили за пределы их естественных колебаний.

### Литература

1. Смирнов А.Н. Распределение и состояние запасов салаки в восточной части Финского залива // Изв. ГосНИОРХ, 1977. – Т. 123. – С. 9–27.
2. Попов А.Н. Многолетняя динамика состояния запасов салаки (*Clupea harengus membras* L.) восточной части Финского залива и определяющие ее факторы // Сб. науч. тр. ФГНУ ГосНИОРХ. – 2006. – Вып. 331. – Т. 2. – С. 119–139.
3. Боркин И.В., Шурухин А.С. Состояние запасов салаки Финского залива и особенности ее распределения осенью 2011 года // Материалы III Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование» (20–22 марта 2012 г.) – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – С. 166–169.
4. Попов А.Н. Воздействие экологических факторов на динамику популяции салаки (*Clupea harengus membras* L.) и корюшки (*Osmerus eperlanus* L.) восточной части Финского залива // В кн. Водные экосистемы: трофические уровни и проблемы поддержания биоразнообразия. «Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» (Вологда, Россия, 24–28 ноября 2008 г.). – Вологда, 2008. – С. 343–347.
5. Терешенков И.И. Экологические последствия широкомасштабных гидростроительных преобразований в Финском заливе // Вопросы рыболовства. – 2011. – Т. 12. – № 4(48). – С. 715–729.
6. Телегин К.Ф. Распределение салаки в восточной части Финского залива // Изв. ГосНИОРХ, 1971. – Т. 76. – С. 91–99.
7. Михин В.С., Антипова О.П. Очерк рыбного хозяйства на Финском заливе // Изв. ВНИОХ, 1932. – Т. 15. – С. 3–109.
8. Телегин К.Ф. Рыболовство в советских водах Балтийского моря // Тобольск. Фонды ГосНИОРХ. – 1943. – 51 с.
9. Морозова П.Н., Быкова В.К., Подураева З.С. Промыслово-биологическая характеристика салаки восточной части Финского залива // Изв. ГосНИОРХ, 1971. – Т. 76. – С. 75–90.

УДК 628.3

**А.Е. Бровкин<sup>2</sup>, В.В. Потапов<sup>1,2</sup>, Л.М. Хорошман<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН  
Петропавловск-Камчатский, 683012;*

<sup>2</sup>*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: AEBrovkin@pkvoda.ru*

## **КОАГУЛЯЦИЯ И ФЛОКУЛЯЦИЯ В ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД – ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Рассмотрены проблемы применения реагентов для флокуляции и коагуляции природных и сточных вод в современных условиях антропогенного загрязнения источников водоснабжения. Приведены данные по скорости отстаивания частиц в воде различной крупности. Рассмотрены основные этапы истории развития применения коагулянтов и флокулянтов в водоснабжении и вопросы перспектив развития применения коагулянтов и флокулянтов.

**Ключевые слова:** коагуляция, флокуляция, скорость осаждения, мутность, цветность, природные воды, сточные воды.

**A.E. Brovkin, V.V. Potapov, L.M. Khoroshman**

<sup>1</sup>*Research geotechnological center FEB RAS  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683012;*

<sup>2</sup>*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: AEBrovkin@pkvoda.ru*

## **COAGULATION AND FLOCCULATION IN THE NATURAL AND WASTE WATERS CLEANING – HISTORY AND PERSPECTIVES**

The problems of reagents for flocculation and coagulation of natural and waste waters usage in modern conditions of anthropogenic pollution of water sources were analyzed. The data on the speed of sedimentation of various sizes particles in water were presented. The basic stages of historical flocculation and coagulation usage in water sources and items of perspective application were described.

**Ключевые слова:** coagulation, flocculation, the deposition rate, turbidity, color, natural waters, waste waters.

Одним из важнейших факторов национальной безопасности любой страны является обеспечение населения питьевой водой.

В настоящее время в Российской Федерации централизованные системы водоснабжения имеют более тысячи городов (99% от общего количества городов) и около 2000 поселков городского типа (81%). Мощность водопроводов достигла в настоящее время примерно 102,5 млн м<sup>3</sup>/сут, в том числе коммунальных – 53,1 млн м<sup>3</sup>/сут.

Источниками централизованного водоснабжения служат поверхностные воды, доля которых в общем объеме водозабора составляет 68%, и подземные – 32%.

Поверхностные воды в отличие от подземных обладают значительной мутностью, высоким содержанием органических веществ и бактерий, а часто и значительной цветностью, но в связи с антропогенным загрязнением необходимость применения коагуляции в очистке становится актуальной и для подземных вод.

Качество воды в природном источнике и в водопроводе после очистки определяется по данным анализа, при этом проба должна отражать действительный средний состав воды. Помимо

общих сведений о роде источника, месте и времени отбора пробы в результатах анализа приводятся данные о физических и химических свойствах воды. Однако этих данных недостаточно для выбора рациональной схемы очистки воды, поскольку они не характеризуют ее технологических свойств.

Таким образом, для выяснения технологических свойств конкретного источника необходимо проводить пробное коагулирование, обесцвечивание и т.д. Наличие этих данных позволяет более правильно обосновать выбор метода очистки воды и значение расчетных параметров [1].

Необходимо отметить, что практически все поверхностные источники водоснабжения в последние годы подвергались существенному воздействию вредных антропогенных факторов (наиболее загрязнены источники в Архангельской, Кемеровской, Томской областях и др.). Существенно увеличивается загрязнение и подземных вод, источником которого являются бытовые и производственные сточные воды, проникающие в водоносные горизонты.

В настоящее время около 90% поверхностной и не менее 30% подземной воды подвергается обработке с удалением избыточных примесей.

В природных водах концентрация нерастворимых коллоидно-дисперсных и взвешенных веществ может достигать значительных величин. Наряду с нерастворимыми веществами присутствуют примеси органического и биологического происхождения. Для рек Дальнего Востока характерны цветность в пределах от 2 до 200 град и мутность 2 до 100 мг/л при требованиях к качеству питьевой воды по цветности не более 20 град, а по мутности – 2,6 мг/л. Причем данные показатели могут весьма колебаться в зависимости от времени года и климатических условий (осадки и т.п.). Устойчивость коллоидных систем и тонких суспензий определяется их способностью сохранять дисперсное состояние. Она может нарушаться под влиянием многих внешних факторов, в частности нагревания, замораживания, добавления электролитов и др. Все вышесказанное создает дополнительные трудности в применении технологических процессов очистки воды.

В создавшихся условиях действующие сооружения по очистке природных вод во многих регионах страны все реже стали справляться с очисткой питьевой воды до требуемого качества, и, соответственно, требуют модернизации.

Основным технологическим приемом удаления из воды грубодисперсных примесей, находящихся во взвешенном состоянии, и коллоидных органических загрязнений, присутствующих в воде в растворенном виде, является процесс коагуляции за счет введения в воду коагулянтов.

Основную цель обработки воды составляет три вида загрязнений:

- взвешенные вещества (песок, шламы, планктон, органические продукты жизнедеятельности и т.д.);
- коллоидные вещества (мельчайшие частицы глины, цисты простейших организмов, бактерии, маромолекулы и т.д.);
- растворенные вещества (органические вещества, соли, газы и т.д.).

Вещества двух первых видов придают воде мутность, двух последних – цветность, вещества последнего вида определяют солесодержание и другие физико-химические характеристики воды.

Вышеперечисленные частицы имеют различную крупность и, соответственно, различную скорость осаждения. Скорости осаждения частиц различной крупности приведены в таблице [2]:

Таблица

Продолжительность отстаивания различных частиц согласно закону Стокса

Диаметр частиц		Тип частицы	Продолжительность отстаивания в слое воды высотой 1 м	Удельная площадь поверхности, м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	Вид веществ
мм	мкм				
10	10 <sup>4</sup>	Гравий	1 с	6 · 10 <sup>2</sup>	Оседающие взвешенные вещества
1	10 <sup>3</sup>	Песок	10 с	6 · 10 <sup>3</sup>	
10 <sup>-1</sup>	10 <sup>2</sup>	Мелкий песок	2 мин	6 · 10 <sup>4</sup>	
10 <sup>-2</sup>	10	Шламы	2 ч	6 · 10 <sup>5</sup>	
10 <sup>-2</sup>	10	Цисты простейших	20 ч	6 · 10 <sup>5</sup>	Коллоиды
10 <sup>-3</sup>	1	Глина	2 сут	6 · 10 <sup>6</sup>	
10 <sup>-3</sup>	1	Бактерии	8 сут	6 · 10 <sup>6</sup>	
10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-1</sup>	Коллоид	2 года	6 · 10 <sup>7</sup>	
10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-2</sup>	Коллоид	20 лет	6 · 10 <sup>8</sup>	

В практике очистки воды в качестве коагулянтов используются в основном соли алюминия и железа: сернокислый алюминий  $Al_2(SO_4)_3$ , хлорное железо  $FeCl_3$ , железный купорос  $FeSO_4$ , сернокислое трехвалентное железо  $Fe_2(SO_4)_3$ .

В зарубежных изданиях, как правило, нет разделения на коагулянты и флокулянты, а все химические реагенты, участвующие в агрегации и седиментации, называют флокулянтами [3–5].

В процессе коагуляционной очистки воды на 90–99% удаляются различные микробиологические загрязнения. Эффективность их удаления зависит от глубины очистки воды по мутности, цветности и перманганатной окисляемости [3].

Эффективность очистки воды коагуляцией зависит от следующих параметров: температуры, щелочности, ионного состава и рН воды, а также концентрации взвешенных веществ, коллоидных и истинно растворенных органических соединений [1].

Влияние рН среды на очистку воды коагуляцией не вызывает сомнений, однако в реальных условиях эксплуатации сооружений для осветления воды этому параметру не уделяется должного внимания. Определение оптимального значения рН среды для проведения процесса очистки воды коагуляцией является весьма существенным фактором [6].

Мутность вместе с цветностью – первые параметры, непосредственно воспринимаемые потребителем. Слишком большая мутность вызывает у части потребителей отвращение.

Мутность должна устраняться и по другим причинам:

- для обеспечения последующего качественного обеззараживания воды;
- для удаления загрязнителей, адсорбированных на взвешенных частицах (тяжелые металлы и др.);
- во избежание накопления осадка в трубопроводах.

Цветность может быть обусловлена некоторыми минеральными примесями (железо и др.), но чаще она появляется из-за наличия в воде растворенных органических веществ (гуминовые и фульвовые кислоты). Чтобы воду было приятно пить, цвет должен быть устранен. При этом удаляются и нежелательные органические вещества, например предшественники газообразных углеводородов или тригалометанов.

Во многих странах использование реагентов подлежит согласованию с санитарными органами. Законодательством предусматривается предел содержания примесей в каждом продукте, который должен соблюдаться изготовителями. Должен проводиться точный анализ применяемых реагентов. При обнаружении примесей важно проконтролировать, чтобы при намеченной технологической линии обработки эти примеси устранялись [7, 2].

История применения коагулянтов для очистки воды берет начало в Древнем Египте, где еще в XVI в. до нашей эры в качестве коагулянта использовали сок сладкого миндаля. Коагулирующие свойства алюмокалиевых квасцов были известны египтянам, римлянам, грекам. В Европе квасцы начали применять только в середине XVIII в.

Первые эксперименты по использованию сернокислого алюминия проведены в 1827 г. В 1884 г. американец Хайт получил патент на очистку воды фильтрами с предварительной обработкой воды сернокислым алюминием.

Системное использование сульфатов алюминия и железа в практике очистки воды началось в 80–90-х годах прошлого столетия. В это же время проведено изучение технологических возможностей коагулирования, опубликованы сообщения об использовании коагулянтов при очистке торфяных и сточных вод.

В России работы по использованию коагулянтов для очистки воды начались в конце XIX в. К этому времени на водопроводах семи городов (Гельсингфорс, Тифлис, Нижний Новгород, Двинск, Новочеркасск, Нахичевань, Владимир) применяли коагулирование.

В начале XX в. после применения в практике водоснабжения скорых («американских») фильтров взамен широко применяемых ранее медленных («английских») началось повсеместное использование коагулянтов.

В 1937 г. Д. Бэйлис предложил использовать в качестве флокулянта активную кремнекислоту, а начиная с 50-х годов в практику очистки воды входят органические флокулянты.

В связи с ростом населения, бурным развитием всех отраслей промышленности объемы подготовки воды в целях хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения неизменно росли и масштабы применения реагентов также увеличивались [8].

Как было указано выше, повышенная мутность исходной воды, особенно в период паводка, требует применение высоких доз коагулянтов и флокулянтов. При этом возникает риск превышения нормативного предела по остаточному алюминию [3].

Некоторые коагулянты производятся из минералов или металлов и могут содержать значительные количества примесей. Чтобы получить сульфат алюминия из боксита или хлорное железо из металлолома, сырье обрабатывают кислотой. При этой обработке растворяются также и примеси (вольфрам, марганец, мышьяк).

Другие коагулянты производятся из побочных продуктов других производств. Хлорсульфат железа (из сульфата железа, полученного при производстве титана) может содержать довольно много марганца.

Синтетические полиэлектролиты (коагулянты) изготавливаются полимеризацией мономеров (например, акриламида, аминов и др.)

При обработке вышеуказанными реагентами питьевой воды нормами каждой страны могут устанавливаться: разрешенные к применению типы мономеров, максимально допустимое остаточное содержание мономера в полимере и/или максимальная доза, вносимая при проведении обработки (во Франции для полиакриламида: не более 0,025% мономера акриламида и максимальная применяемая доза 0,4 мг/л, чтобы не превысить европейскую параметрическую величину 0,1 мг/л в водопроводной воде), поэтому некоторые виды реагентов применимы в основном для очистки сточных вод [2].

Несмотря на довольно обширный объем исследований и опыта применения коагулянтов и флокулянтов, работы в данной области имеют устойчивую долговременную перспективу и не теряют своей актуальности, поскольку неуклонно увеличивающиеся потребности населения и промышленности в питьевой и технической воде будут вынуждать более интенсивно использовать источники воды самого разного вида (в том числе морскую воду), причем подвергшиеся антропогенному загрязнению. Соответственно потребуются реагенты нового поколения с характеристиками, соответствующими новым требованиям.

### Литература

1. *Кожин В.Ф.* Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты: Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., репринтное. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2008. – 304 с.
2. *Технический справочник по обработке воды: в 2 т.: пер. с фр.* – СПб.: Новый журнал, 2007. – 1696 с.
3. *Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В.* Коагуляция в технологии очистки природных вод: Науч. изд. – М., 2005. – 576 с.
4. *Алексеева Л.П.* Оценка эффективности применения оксихлорида алюминия по сравнению с другими коагулянтами // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 2. – С. 11–14.
5. *Сычев А.В., Хасанов Ш.А., Канивец Л.П., Солтан Н.М., Батуева Л.Д.* Использование полиоксихлорида алюминия при подготовке питьевой воды на Крайнем Севере // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 2. – С. 15–20.
6. *Журавлев А.П., Амосова Э.Г., Прохоренко А.С.* Особенности коагуляции маломутных цветных вод с низким солесодержанием // Очистка природных и сточных вод: Сборник научных трудов. Юбилейный выпуск. – М.: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2009. – С. 8–14.
7. *Драгинский В.Л.* Особенности применения коагулянтов для очистки природных цветных вод // Водоснабжение и сан. техника. – 2008. – № 1. – С. 9–17.
8. *Бабенков Е.Д.* Очистка воды коагулянтами. – М.: Наука, 1977. – 357 с.



УДК 595.383.3 (265.54)

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

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

### **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СОСТАВ СКОПЛЕНИЙ МИЗИД В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

Приведены данные о видовом и размерно-половом составе скоплений мизид в отдельных районах залива Петра Великого. Было выявлено три вида мизид: *Neomysis awatschensis*, *N. mirabilis* и *Paracanthomysis shikhotaniensis*. Вид *N. awatschensis* образует скопление, имеющее промысловое значение, в северной части Амурского залива. Скопления других видов в островной зоне залива Петра Великого малочисленны и разрознены. Нерест у всех видов растянут во времени.

**Ключевые слова:** мизиды, размерно-половой состав, залив Петра Великого, Японское море.

**L.L. Bydnikova, L.G. Sedova, G.G. Shevchenko**

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

### **SPATIAL DISTRIBUTION AND COMPOSITION OF MYSIDS SETTLEMENTS IN THE PETER THE GREAT BAY (SEA OF JAPAN)**

Data of species, size and sex composition of mysid's settlements were investigated in different parts of the Peter the Great Bay. Three species of mysids were identified: *Neomysis awatschensis*, *N. mirabilis* and *Paracanthomysis shikhotaniensis*. Species *N. awatschensis* form commercial stock in the northern part of Amur Bay. Settlements of other species in the island zone of the Peter the Great Bay is small and discrete. All species have a prolonged spawning.

**Key words:** mysida, size and sex composition, Peter the Great Bay, the Sea of Japan.

Мизиды – высшие ракообразные надотряда Peracarida, населяющие морские, солоноватоводные и пресные водоемы. В мелководной прибрежной зоне Приморского края зарегистрировано около пятнадцати видов потенциально промысловых мизид. Они являются важным объектом питания многих рыб, а также могут употребляться в пищу человеком.

Мизиды встречаются вдоль берега на глубине от 0,2 до 3 м в виде скоплений различной плотности. В тихую погоду они могут образовывать вдоль берега сплошную ленту шириной в десятки метров. Перед штормами мизиды или мигрируют в более глубокие участки моря или зарываются в грунт. По окончании шторма скопления восстанавливаются. Несколько видов (*Neomysis mirabilis*, *N. awatschensis* и др.) образуют значительные как совместные, так и отдельные скопления [1]. В настоящее время промысел мизид отсутствует, хотя в 30-е годы прошлого столетия в Приморье осуществлялась их добыча. Биологические особенности, величина и динамика запасов, естественные циклы развития этих видов и даже их видовой состав изучены весьма слабо, что, несомненно, мешает развитию промысла.

Цель работы – определение видового и размерно-полового состава скоплений мизид, их распределения в заливе Петра Великого.

Научно-исследовательские работы по определению видового состава и биологического состояния мизид проводили в кутовой части Амурского залива и прибрежной зоне островов Попова, Русский и Рейнеке в июне – октябре 2014 г.

Лов мизид осуществляли в береговой полосе на глубине 1–2,5 м планктонными сачками диаметром 50 и глубиной 70 см, сшитыми из газа № 1 и 5. Всего было выполнено 260 учетных станций. Камеральная обработка проб проводилась по общепринятой методике [2]. Длину тела мизид измеряли от начала рострума до основания тельсона при помощи окуляр-микрометра под бинокляром. Взвешивали фиксированные в 75%-ном растворе этилового спирта экземпляры на торсионных весах с точностью до 1 мг. Половую принадлежность определяли по строению 4-й пары плеоподов и наличию (или отсутствию) марсупиальной (выводковой) камеры [3]. Количество яиц или зародышей в марсупиальной камере определяли прямым подсчетом, а стадии развития зародышей – по наличию или отсутствию оформленных глаз. Всего было проанализировано более 1500 особей мизид.

В исследованных районах залива Петра Великого было выявлено три вида мизид: *N. awatschensis*, *N. mirabilis* и *Paracanthomysis shikhotaniensis*. Они встречались как совместно, так и изолированно друг от друга.

Вид *N. awatschensis* был обнаружен только в северной части Амурского залива (залив Угловой) (рис. 1). Со второй половины июня до середины августа этот вид образовывал большие скопления на глубинах 1–1,5 м в зарослях зостеры.

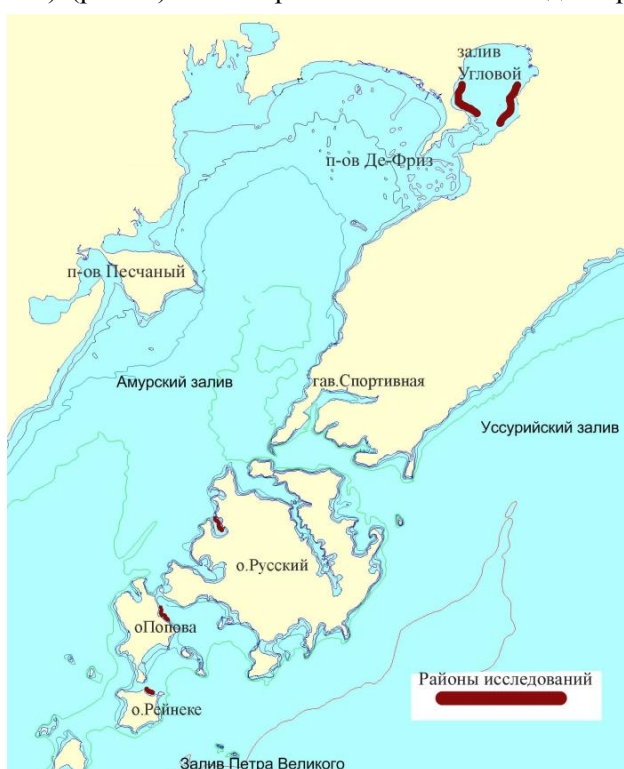


Рис. 1. Районы исследования мизид в заливе Петра Великого

Ширина пояса зостеры составляла 15–20 м и находилась на расстоянии 30–50 м от берега, сменяя вязкий ил. После прошедших в середине августа штормов, зостера была выброшена на берег, и мизиды более не встречались.

По нашим расчетам, объем водной массы (глубина 1 м), в которой находились скопления *N. awatschensis*, достигал 3,8 км<sup>3</sup>. Удельная биомасса мизид в период со второй половины июня до начала августа варьировала в пределах от 2 до 30 г/м<sup>3</sup> в различных участках залива, а средняя удельная биомасса составляла 10 г/м<sup>3</sup>.

В начале июля мизиды этого вида были представлены молодью (25%), самками (40%) и самцами (35%). В конце июля наблюдалась сходная картина, только увеличилось количество молодежи (до 36%), что может свидетельствовать о том, что в это время происходит размножение вида. Размеры рачков в начале июля колебались от 2 до 13 мм, а масса – от 0,001 до 0,019 г. Средние величины этих показателей составляли: длина – 8,5±0,07 мм, масса – 0,01±0,0002 г. Основ-

ную часть скопления (67,5%) образовывали экземпляры размерами 7,5–9,5 мм и массой 0,002–0,008 г. В конце июля диапазон колебаний размеров мизид несколько изменился. Исчезло выраженное преобладание размерной группы 7,5–9,5 мм, увеличилось количество экземпляров размером 6,5–7 мм (до 8,8%) и 7–7,5 мм (до 9,5%). Кроме того стало в два раза больше крупных особей размером 9,5–10,5 мм.

Размерно-половой состав скопления *N. awatschensis* в начале июля был весьма разнообразен (рис. 2). С увеличением размеров мизид до 9 мм количество самцов в размерных классах увеличивалось, достигая максимального значения (28,4%) в размерном классе 8,0–8,5 мм. Затем количество самцов существенно уменьшалось (до 2,0–1,5 %), а количество самок с зародышами разных стадий развития увеличивалось. Зачатки оостегитов у самок появлялись при достижении ими размеров тела 7,0–7,5 мм. При такой же длине видоизменялось строение 4-й пары плеоподов у самцов. Однако встречались более крупные экземпляры – 8,5–9,0 мм, у которых еще не произошла дифференциация пола. Яйценосными самки становились при размере тела 7,5–8,0 мм. Наибольшее количество яйценосных самок отмечено в размерном классе 9,0–9,5 мм.

В конце июля молодь стала крупнее – 42,4% особей имело размеры 6,5–7,5 мм. Более чем в 3 раза увеличилось количество крупных самцов (9–11,5 мм) – 56,2%, вместо 16,5% в начале месяца, увеличилось количество отнерестившихся самок (рис. 2).

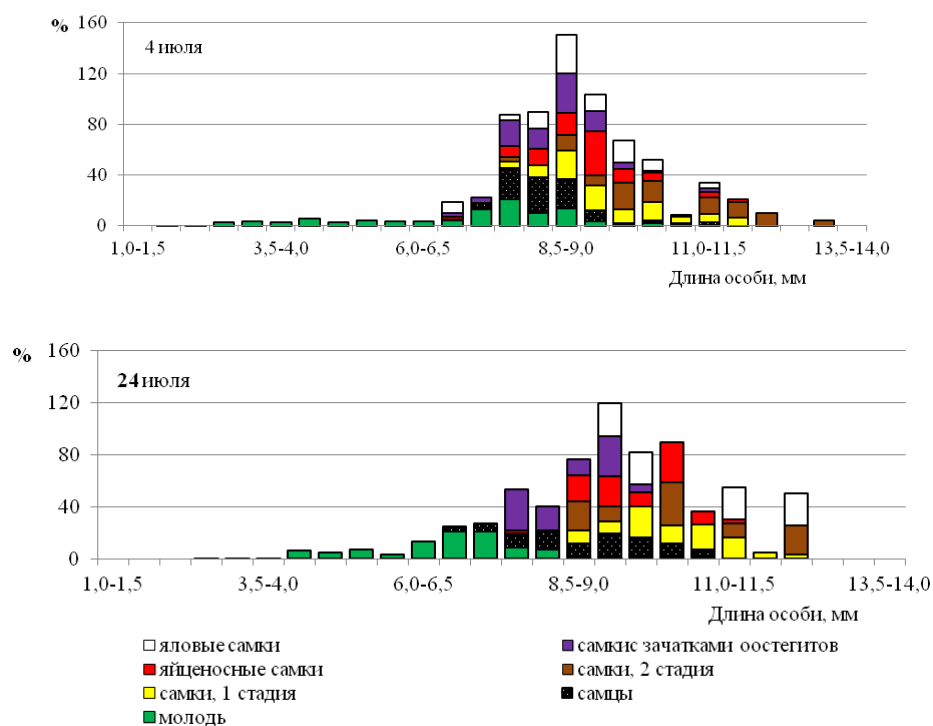


Рис. 2. Размерно-половой состав в выборке *N. awatschensis* из северной части Амурского залива

Вид *N. mirabilis* встречался в районе о-вов Русский, Попова, Рейнеке (рис. 1). В районе о. Рейнеке объем водной массы (глубина 1 м), в которой находились скопления *N. mirabilis*, достигал 33 тыс. м<sup>3</sup>. Средняя удельная биомасса мизид в июне составляла 3 г/м<sup>3</sup>, а в период с июля по сентябрь – 0,2 г/м<sup>3</sup>.

Длина тела мизид варьировала от 12 до 20 мм (среднее значение – 15,4±1,4 мм), масса – от 0,014 до 0,06 г (средняя масса – 0,037±0,001 г). Основная часть рачков (71,6%) имела размеры от 14,0 до 16,5 мм. Молодь отсутствовала, следовательно, вид был представлен перезимовавшей генерацией еще не приступившей к размножению. Соотношение самцов к самкам было 1:2,5. Превалировали самки, в марсупиальных сумках которых находились зародыши без глаз, они составляли 44,5% от всех выловленных экземпляров. Немного меньше было самок (38,4%) с зародышами на более поздней стадии развития – с уже оформившимися черными глазами. Яйценозные самки составили 12,1%, молодых самок с зачатками оостегитов и уже отнерестившихся было совсем мало – соответственно 3,0 и 1,8%. Размерно-половой состав скопления *N. mirabilis* в районе о. Рейнеке показан на рис. 3. Длина яйценозных самок варьировала от 14,0 до 16,5 мм, самок с зародышами на ранней стадии развития (без сформировавшихся глаз) – от 13,0 до 18,0 мм. Длина самок с зародышами на более поздней стадии развития (с черными глазами) изменялась от 14,2 до 18,0 мм. Длина самцов варьировала от 13,0 до 16,3 мм.

В районе о. Русский (бухта Рында) не было отмечено значительных скоплений *N. mirabilis*. По расчетам, объем водной массы (глубина 1 м) в бухте Рында, в которой находятся скопления *N. mirabilis*, достигает 495 тыс. м<sup>3</sup>. Средняя удельная биомасса мизид в период с июля по сентябрь составляла 0,2 г/м<sup>3</sup>.

Длина тела мизид в июле-августе была меньше, по сравнению с длиной тела этих рачков в июне в районе о. Рейнеке. Она варьировала от 9,3 до 16,5 мм (средняя длина тела – 11,7±0,2 мм), а масса – от 0,008 до 0,038 г (средняя масса – 0,015±0,001 г). Большая часть экземпляров (79,6%) имела длину от 10,0 до 12,5 мм, а массу – от 0,01 до 0,02 г. Таким образом, в районе о. Рейнеке в

июне мы наблюдали перезимовавшую генерацию *N. mirabilis*, а в районе о. Русский в июле-августе имели дело с новой – летней генерацией.

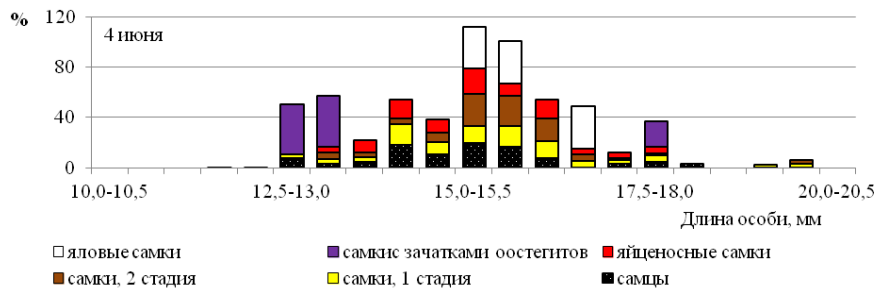


Рис. 3. Размерно-половой состав в выборке *N. mirabilis* с акватории о-ва Рейнеке

Вид *P. shikhotaniensis* больших скоплений не образует, в начале июня был встречен на акватории о. Рейнеке на тех же станциях, что *N. mirabilis*. По расчетам, объем водной массы (глубина 1 м) в которой находятся скопления *P. shikhotaniensis* достигает 33 тыс. м<sup>3</sup>. Средняя удельная биомасса мизид в июне составляла 0,6 г/м<sup>3</sup>, в период с июля по сентябрь – 0,2 г/м<sup>3</sup>.

Длина тела особей варьировала от 14,3 до 27,8 мм, масса – от 0,02 до 0,10 г. Средние значения этих показателей составляли 18,9±2,7 мм и 0,07±0,02 г. Превалировали особи с длиной тела от 16,0 до 19,5 мм. Молодь отсутствовала, соотношение самцов к самкам – 1:4.

Размерно-половой состав скопления *P. shikhotaniensis* в конце августа – начале сентября показан на рис. 4.

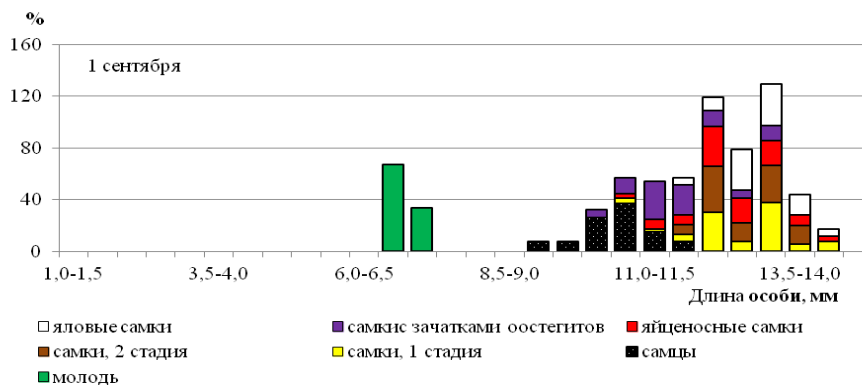


Рис. 4. Размерно-половой состав в выборке *P. shikhotaniensis* с акватории о-ва Рейнеке

Самцы имели размеры от 10,0 до 12,0 мм, массу – от 0,008 до 0,014 г. Самки были немного крупнее – с длиной тела от 10,9 до 14,5 мм и массой от 0,011 до 0,024 г. Молодые самки с зачатками оостегитов имели длину тела 10,9–13,5 мм и массу – 0,01–0,017 г. Яйценозные, отнерестившиеся и самки с зародышами на разных стадиях развития были примерно одинакового размера – от 10,7 до 14,5 мм. Самый разнообразный половой состав отмечен в размерных группах 11,0–13,5 мм.

Таким образом, в исследованных районах залива Петра Великого было выявлено три вида мизид: *N. awatschensis*, *N. mirabilis* и *P. shikhotaniensis*. Они встречались как совместно, так и изолированно друг от друга. Нерест у всех видов растянут во времени. Самый крупный из исследованных видов – *P. shikhotaniensis*, самый мелкий – *N. awatschensis*. Последний вид образовывал скопление, имевшее промысловое значение, в северной части Амурского залива (залив Угловой) со средней удельной биомассой 10 г/м<sup>3</sup> в период со второй половины июня по начало августа. Скопления других видов в островной зоне залива Петра Великого малочисленны и разрознены.

### Литература

1. *Петряшев В.В.* Отряд Мизиды – Mysidacea Boas, 1883 / Биота Российских вод Японского моря. Т. 1. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 55–96.
2. *Нейман А.А.* Рекомендации по исследованию бентоса шельфов. – М.: ВНИРО, 1983. – 24 с.
3. *Комарова Т.И.* Фауна Украины. Т. 26. Высшие ракообразные. Вып. 7. Мизиды. – Киев: Наукова думка, 1991. – 104 с.

УДК 556.555.8(571.66)

**А.Е. Голованева**

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

### **ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА АНТРОПОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ВОДАХ ОЗЕРА ХАЛАКТЫРСКОГО**

Приводятся и обсуждаются результаты гидрохимических исследований по уровню загрязнения вод озера Халактырского. Наиболее распространенные поллютанты водной среды – нефтепродукты и СПАВ. Установлено, что содержание этих загрязняющих веществ антропогенного происхождения в водах рассматриваемого объекта значительно превышает предельно допустимые концентрации, что может способствовать изменению внутри водоемных процессов, приводя к негативным экологическим последствиям водной экосистемы.

**Ключевые слова:** загрязняющие вещества, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества, анионоактивные поверхностные вещества, фосфор, озеро Халактырское.

**A.E. Golovaneva**

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

### **ORIGIN ANTHROPOGENIC POLLUTANTS IN THE LAKE WATER KHALAKTYRSKOE**

The results of hydrochemical investigations of pollution level in the Lake Khalaktyrskoye were analyzed. The most common pollutants of aquatic environment are oil and detergents. The contents of these pollutants of anthropogenic origin in the waters of the object in question considerably exceeds the maximum allowable concentrations, that will cause changes inside basin processes, leading to negative environmental effects in the aquatic ecosystem.

**Key words:** pollutants, oil, synthetic surfactants, anionic surface agents, phosphorus, Khalaktyrskoye lake.

В современный период все водные системы в той или иной степени подвержены антропогенному воздействию. Источниками поступления таких загрязняющих веществ как, СПАВ и нефтепродукты в водоемы, расположенные на урбанизированных территориях, могут выступать коммунально-бытовые и промышленные сточные воды, которые поступают в водоемы в результате несовершенства существующих методов очистки промышленных и бытовых стоков или отсутствия в ряде населенных пунктов, а также на некоторых предприятиях очистных сооружений [1].

Влияние загрязняющих веществ на водные объекты разнообразно. Поступая в водоемы и водотоки, загрязняющие вещества могут способствовать нарушению гидрохимических, гидро-биологических, гидрофизических режимов водных объектов. Наиболее распространенными загрязнителями водной природной среды являются нефтепродукты и синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), присутствие которых наблюдается и в водах озера Халактырского. Оно расположено на окраине города Петропавловска-Камчатского, в долине рек Кирпичная – Халактырка. Город оказывает неблагоприятное воздействие на водоем путем сброса коммунально-бытовых (п. Дальний, п. Халактырка) и промышленных сточных вод (ТЭЦ-2). При этом рассматриваемый водный объект является водоемом рыбохозяйственного значения, что обуславливает необходимость определения качественного и количественного содержания загрязняющих веществ антропогенного происхождения, прежде всего нефтепродуктов и СПАВ в водах озера.

Содержание нефтепродуктов в водах озера в разные периоды наблюдений значительно варьирует (рис. 1). Наибольшие средние концентрации нефтепродуктов наблюдались в 70-е годы, что обуславливалось поступлением этого поллютанта с водами впадающей в озеро р. Кирпичной. Концентрации нефтепродуктов в водах р. Кирпичной в 70-е годы значительно превышали ПДК и в среднем составляли 6,2 мг/л. По мнению Ю. Черкасова [2] и Г. Тетарчук [3], высокое содержание нефтепродуктов в воде р. Кирпичной в 70-х годах объясняется смывом горючесмазочных материалов с территорий гаражей, расположенных в бассейне реки, а также сбросом спецавтомашинами отработанных ГСМ в ее бассейн. Накопившиеся с 70-х годов нефтепродукты могут оказывать значительное воздействие на озеро Халактырское. В силу ряда факторов большое количество нефти выпадает на дно водоема и становится источником его вторичного загрязнения [4].

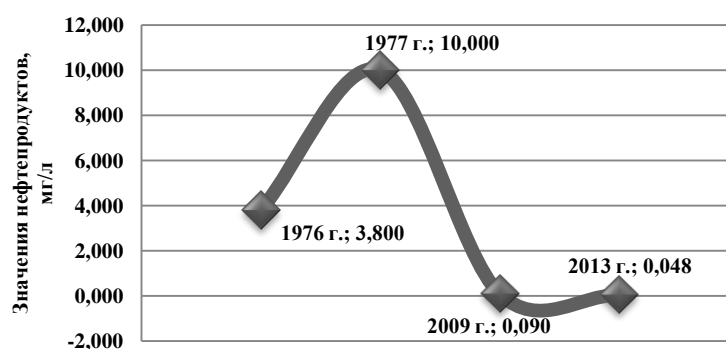


Рис. 1. Содержание нефтепродуктов в озере Халактырском, мг/л

Результаты гидрохимических исследований вод озера, проведенные в 2013 г., свидетельствуют о наличии нефтепродуктов в водоеме, среднее значение содержания которых максимально приближено к ПДК (ПДК нефтепродуктов – 0,05 мг/л), но при этом более чем в 100 раз меньше содержания нефтепродуктов в 70-е годы.

Таблица 1

Содержание нефтепродуктов на разных станциях исследования, мг/л

№	Станция исследования	Нефтепродукты, мг/л
1	В центре акватории	0,032
2	В месте выпуска сточных вод ТЭЦ-2	0,032
3	В месте выпуска сточных вод в п. Дальний	0,048
4	В месте выпуска сточных вод п. Халактырка	0,031
5	В месте впадения р. Кирпичной	0,098

Как следует из таблицы 1, наиболее значимым источником поступления нефтепродуктов в озеро и в настоящее время является р. Кирпичная, концентрация рассматриваемого поллютанта в которой превышает ПДК в 2 раза. Это приводит к загрязнению озера, ухудшает его газо- и теплообмен с атмосферой, обуславливает потерю значительной части биологически активной компоненты солнечного света за счет нефтяной пленки, а также напрямую негативно воздействует

на гидробионтов и околотоводных организмов [5]. Вторым по значимости источником являются коммунально-бытовые сточные воды поселка Дальний, содержание нефтепродуктов в которых приближено к ПДК, в то время как уровень загрязнения промышленных сточных вод ТЭЦ-2 и хозяйственных вод поселка Халактырка нефтепродуктами меньше значения ПДК.

Сточные воды коммунально-бытового и промышленного происхождения нередко загрязнены СПАВами. Проблема загрязнения водных объектов СПАВ связана с их широким применением, особенно в составе моющих средств, что обуславливает их поступление со сточными водами в водоемы.

Для определения поступления СПАВ в озеро Халактырское проводился анализ воды на разных станциях исследования. В соответствии с данными таблицы 2, основными источниками поступления СПАВ в водоем являются коммунально-бытовые воды поселков Халактырка и Дальний. Концентрации АПАВ на этих станциях наблюдения превышают ПДК на 10 и 25% соответственно (ПДК равна 0,1 мг/л). Необходимо отметить, что СПАВ, не являясь высокотоксичными веществами, способны усиливать воздействия других загрязняющих веществ и косвенно влиять на гидробионтов. Также попадая в водоемы, СПАВ оказывают значительное влияние на их физико-биологическое состояние, ухудшая кислородный режим и органолептические свойства, и сохраняются там долгое время, так как разлагаются очень медленно [6].

Таблица 2

Содержание АПАВ и фосфора на разных станциях исследования, мг/л

№	Станция исследования	АПАВ, мг/л	Фосфор, мг/л
1	Центр акватории	0,055	0,13
2	Выпуск сточных вод ТЭЦ-2	0,028	0,09
3	Выпуск коммунально-бытовых сточных вод п. Халактырка	0,111	0,52
4	Выпуск коммунально-бытовых сточных вод п. Дальний	0,125	0,40
5	Место впадения р. Кирпичной	0,099	0,08

В состав многих СПАВ помимо ПАВ входит такая вредная для водных объектов добавка как фосфаты.

Данные таблицы 2 показывают корреляционную зависимость между содержанием АПАВ и фосфора в местах отбора проб воды озера Халактырского. Содержание фосфора на станции сброса коммунально-бытовых сточных вод поселка Дальний превышает ПДК в 2 раза (ПДК для рыбохозяйственных водоемов составляет 0,2 мг/л), а на станции сброса коммунально-бытовых сточных вод п. Халактырка – в 5 раз. Это свидетельствует о значительном поступлении исследуемого биогенного элемента из антропогенных источников. Избыточное содержание фосфатов в воде обусловлено присутствием в водном объекте примесей удобрений, разлагающейся биомассы, но прежде всего компонентов хозяйственно-бытовых сточных вод. Фосфор является важнейшим показателем трофического статуса водоема, так как лимитирует развитие его продуктивности. Увеличение концентрации фосфора в водоеме приводит к резкому неконтролируемому приросту растительной биомассы водного объекта. При этом происходит изменение трофического статуса водоема, сопровождающееся перестройкой всего водного сообщества, ведущее к преобладанию гнилостных процессов и интенсификации процессов эвтрофирования водоема, сопровождаемого «цветением» воды озера Халактырского.

Таким образом, в озеро Халактырское поступают нефтепродукты, СПАВ и фосфор в концентрациях, превышающих ПДК. Источниками поступления нефтепродуктов являются воды р. Кирпичной, а СПАВ и фосфора – коммунально-бытовые сточные воды поселков Дальний и Халактырка. Вклад промышленных сточных вод ТЭЦ-2 в загрязнение озера рассматриваемыми поллютантами незначителен.

Поступление в водоем органических загрязнителей оказывает отрицательное влияние на качество воды, самоочищающую способность озера Халактырского, а также усиливает неблагоприятное действие других веществ на эти показатели, что требует ограничения их содержания в воде. Поступление фосфора в водоем в виде аллохтонного вещества также приводит к нарушению гидрохимического режима озера. Одно из последствий этого процесса – эвтрофирование водоема.

Проблема загрязнения озера Халактырского детергентами и нефтепродуктами связана с недоочисткой поступающих в озеро сточных вод. Сохранение сложившейся проблемы может привести к деградации рыбохозяйственного водоема – озера Халактырского.

### Литература

1. Экологически безопасные моющие средства: миф или реальность? Научно-популярные материалы. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2012. – 29 с.
2. Черкасов Ю. Технический отчет по материалам инженерно-строительных изысканий на объекте «Новая тепловая электростанция на Камчатке». Том V. Гидрометеорологические работы выполнены в 1975 г. – Петропавловск-Камчатский: ДАЛЬТИСИЗ, 1976. – 42 с.
3. Тетарчук Г. Новая тепловая электростанция на Камчатке. Отчет об инженерно-гидрометеорологических изысканиях. Том VII. – Петропавловск-Камчатский: ДАЛЬТИСИЗ, 1987. – 32 с.
4. МУ №1417-76 Методические указания по санитарной охране водоемов от загрязнений нефтью. – 40 с.
5. Зилов Е.А. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнения водных экосистем). – Иркутск: Иркут. ун-т, 2008. – 138 с.
6. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Под ред. Т.В. Гусевой. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 192 с.

УДК [639.211.2.03:622.2](571.66)

**А.А. Гречко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: slou\_ann@list.ru*

### **ОСНОВНЫЕ УГРОЗЫ ВОСПРОИЗВОДСТВУ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ**

Взятая стратегия Камчатского края на расширение добычи полезных ископаемых ставит под угрозу воспроизводство ресурсов тихоокеанских лососей. Анализ работы имеющихся предприятий по добыче полезных ископаемых показал массовое нарушение природоохранного законодательства. Освоение новых месторождений приведет к деградации среды обитания лососей, и Камчатка потеряет уникальный возобновляемый ресурс, который невозможно заменить искусственным воспроизводством.

**Ключевые слова:** дальневосточные лососи, рациональное использование запасов тихоокеанских лососей, браконьерство, разработка полезных ископаемых.

**A. A. Grechko**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: slou\_ann@list.ru*

### **THE MAIN THREATS TO THE PACIFIC SALMONS REPRODUCTION IN KAMCHATSKY KRAI**

The taken strategy of Kamchatsky Krai of mining expansion threatens the reproduction of the Pacific salmon's resources. The analysis of mining enterprises work showed mass violation of the nature protection legislation. The development of new fields will lead to the degradation of salmon's habitat and Kamchatka will lose the unique renewable resource which can't be replaced with artificial reproduction.

**Key words:** Far East salmon, rational use of stocks of the Pacific salmon, poaching, development of minerals.



Камчатский край имеет особое значение для воспроизводства лососевых. Территория Камчатки простирается по меридиану на 1700 км. Общая площадь – 472 тыс. кв. км. Камчатка составляет 3% от площади страны, но в прибрежных водах Камчатки и прилегающей к ним исключительной экономической зоне России в Беринговом и Охотском морях сосредоточено около 60% всех водных биологических ресурсов страны. На Камчатке, благодаря развитой речной сети и на текущий момент относительно малой степени нарушенности ландшафтов, сохраняется почти треть мировой популяции диких тихоокеанских лососей.

На Камчатке обитают все шесть видов тихоокеанского лосося (*Oncorhynchus*). Это чавыча (*O. tshawytscha*), кижуч (*O. kisutch*), нерка (*O. nerka*), кета (*O. keta*), горбуша (*O. gorbuscha*), а также реже встречающийся вид – сима (*O. masou*), характерный только для азиатского побережья Северной Пацифики.

Кроме рода дальневосточных лососей, камчатские реки являются нерестилищами единственных в России стад камчатской семги (*Parasalmo penshinensis*), занесенной в Красную книгу. Тут же водится и эндемичный лосось микижа (*P. mikiss*), которого сейчас рассматривают как жилую, не покидающую реки форму камчатской семги, а также несколько видов гольцов рода *Salvelinus* – кунджа (*S. leucomaenis*), мальма (*S. malma*), белый (*S. albus*), длинноголовый (*S. kronocius*), носатый (*S. schmidti*), дальнеозерский (*S. krogiusae*).

Камчатка – последний крупный регион в западной части Тихого океана, где сохранились условия естественного воспроизводства лососей и который может рассматриваться как *глобальный резерв генофонда и природного воспроизводства лосося*. Потенциальный вылов лососевых в водах Камчатки составляет не менее 100–150 тыс. т в год, и эта величина может быть весьма устойчивой при неистощительном характере промысла, сохранении среды обитания и обуздании браконьерства.

Начиная с 1990-х годов и по настоящее время запасы лососей на Дальнем Востоке находятся на высоком уровне, особенно они выросли в первое десятилетие XXI века. Однако благоприятная климатическая ситуация, в наибольшей степени определяющая тренды в динамике численности гидробионтов, не вечна, и поэтому для сохранения и поддержания запасов тихоокеанских лососей в целом необходимы дальнейшие усилия, направленные на рациональную эксплуатацию их запасов в будущем.

Вопросы охраны среды обитания, сохранения и рационального использования запасов тихоокеанских лососей находятся под пристальным вниманием мирового сообщества, которое считает эти виды одними из важнейших биологических ресурсов, обеспечивающим человека высококачественным пищевым и техническим продуктом. С целью сохранения запасов тихоокеанских лососей страны происхождения лососей регулируют промысел в открытом море, заключая соглашения – двухсторонние (например, между США и Канадой или между СССР (РФ) и Японией), так и многосторонние – INPFC (Международная Конвенция по рыболовству, 1952 г., заключенная между США, Канадой и Японией), NPAFC (Четырехсторонняя международная Конвенция, 1992 г., с 2003 г. – Пятисторонняя между США, Канадой, Японией, РФ и Республикой Корея). Это связано с широким ареалом тихоокеанских лососей, а также возможностями эксплуатации их запасов как в пресных и прибрежных водах, так и в открытых морских международных водах Северной Пацифики, где проводятся международные исследования лососей. Необходимо отметить, что меры такого контроля усиливаются, что, несомненно, приводит не только к восстановлению многих утерянных запасов, а и к росту существующих стад и популяций.

Все перечисленные выше меры оказали и оказывают положительное влияние на состояние лососевых ресурсов наиболее разнообразного и высокопродуктивного региона Дальнего Востока – Камчатки. Особенно заметны изменения, происшедшие в последнее десятилетие, когда вылов камчатских лососей превысил 250 тыс. т, почти достигнув самой высокой численности лососей на Камчатке, наблюдавшейся в предвоенный период [1].

Известно, что на мировом рынке наиболее ценится продукция диких популяций лососей, доля которых в Камчатском крае составляет 98%. Край поставляет 41% горбуши, 40% кеты, 82% кижуча, почти 100% наиболее ценных видов – нерки и чавычи и 91% гольца. Вклад лососевых рыбопроизводных заводов (ЛРЗ) в общий камчатский улов не превышает 2%. Поэтому практически весь камчатский улов можно считать обеспеченным за счет воспроизводства на природных нерестилищах. С учетом относительно более высокого вклада ЛРЗ в воспроизводство в других ре-

гионах – на Сахалине, Хабаровском крае и Магаданской области – можно полагать, что Камчатка обеспечивает не менее 60% всего естественного воспроизводства лососей на ДВ.

Доля рыболовства и, в том числе, промысла лососей, на Камчатке наибольшая и составляет 50,7% и 16,7% от среднегодового общего количества рабочих мест в промышленности, соответственно. Рыболовство относится к базовым производствам, составляющим основу экономики, и создающим дополнительные рабочие места в смежных отраслях (для рыболовства это – судоремонт, транспорт, переработка и т. д.) и инфраструктуре (торговля, услуги, образование, здравоохранение). Каждый рыбак автоматически создает, как минимум, 6–8 таких дополнительных рабочих мест [2, 3].

Долгие годы рыбная отрасль формировала моноэкономику Камчатки и была самой привлекательной с точки зрения частных инвестиций, 60% экономики базируется на добыче и переработке рыбных ресурсов. Именно в эту отрасль сегодня приходят современные технологии, в крае реализовано несколько крупных инвестпроектов по переработке рыбной продукции, построен один из самых передовых в мире заводов, выпускающих продукцию с высокой добавленной стоимостью. Это сделано на деньги российского бизнеса – ни одного совместного предприятия с иностранным капиталом в рыбной отрасли нет [4].

Доходы от рыбной промышленности были больше, если бы все рыбодобывающие и рыбоперерабатывающие предприятия были зарегистрированы на территории края и платили налоги в местный бюджет.

Все задачи управления запасами должны быть подчинены главной цели – сохранению потенциала естественного воспроизводства российских стад тихоокеанских лососей, устойчивого к изменениям уровня продуцирования кормовых ресурсов в океане. Сохраненный к настоящему времени потенциал естественного воспроизводства российских стад тихоокеанских лососей позволяет получать уловы от 150 тыс. т (примерно таким был улов азиатских материковых стад в «неурожайные» климатические периоды 1950–1970-х гг., до 300 тыс. т – в благоприятные периоды [1].

Для осуществления цели устойчивого развития края необходимо учитывать сложившуюся специализацию дальневосточных субъектов Федерации: Магадан и Чукотка – горнопромышленный комплекс, Сахалин – это нефть и газ, Камчатка – прежде всего биоресурсы. Сохранить уникальный потенциал естественного воспроизводства стад тихоокеанских лососей в Камчатском крае можно только при сохранении их среды обитания.

Лососи являются *возобновляемым ресурсом*, который может эксплуатироваться неопределенно долгое время при условии рационального промысла и сохранения среды обитания. Однако уникальные биологические ресурсы Камчатки могут потерять свое значение вследствие нарушения среды обитания из-за начавшегося горнопромышленного освоения края и браконьерства.

В 2014 г. при поддержке Министерства по развитию Дальнего Востока в Камчатском крае прошел инвестиционный форум «Дальний Восток – 2014», который рассмотрел самые актуальные для экономики края темы – транспорт, энергетика, рыба, горные производства, агропром и туризм. В этом списке был замечен существенный акцент на развитие транспорта и горнодобывающего комплекса, которые в перспективе должны потеснить в валовом региональном продукте долю рыбной отрасли, многие годы играющую здесь первую скрипку, определяющую социальное и экономическое благополучие региона. Цель форума – разработка новой стратегии развития региона.

Интерес для инвесторов могут представлять имеющиеся на полуострове запасы золота, платины, серебра, никеля, олова и др. Он уже проявлен, на сегодняшний день на территории Камчатского края реализуется три крупных горнопромышленных проекта («Золото Камчатки», входит в холдинг «Интерминералс», и «Сибирский горно-металлургический комбинат» (ОАО «СиГМА»)). И, как прогнозирует правительство края, в ближайшие несколько лет объем инвестиций в эти проекты превысит 10 млрд рублей. А строительство новых обогатительных комбинатов и освоение месторождений уже через два года позволит в 4 раза увеличить объем добычи золота – с 2,5 до 10 т [5].

Стратегия развития и использования минерально-сырьевой базы Камчатского края выделяет два основных направления использования минерально-сырьевой базы:

– добыча полезных ископаемых для обеспечения экономики и обеспечения жизнедеятельности населения Камчатки – добыча угля, газа, теплоэнергетических, минеральных, пресных вод, использование строительных материалов;

– разработка месторождений высоколиквидного сырья – драгоценных металлов, никеля, меди, углеводородов, титаномагнетитовых песков для пополнения бюджета Камчатского края и повышения занятости населения [6].

Генеральный директор ОАО «Корпорация развития Камчатского края» Н. Пегин образно отметил – «Тактика без стратегии – это медленный путь поражений» [5].

Однако взятая стратегия края на развитие добычи полезных ископаемых *не может привести к устойчивому развитию региона*, так как основана на эксплуатации невозобновляемых ресурсов, запасы которых ограничены. Ставка администрации края на развитие горнорудной отрасли ставит под угрозу ресурсы тихоокеанских лососей. На Камчатке нет месторождений полезных ископаемых, кроме строительных материалов, торфа, запасов пресных и минеральных вод, которые можно было бы эксплуатировать многие десятки и сотни лет [7]. Имеющиеся месторождения природного газа, золота и полиметаллов имеют обеспеченность на 15–20 лет, после чего они потеряют значение, но среда обитания лососей будет необратимо нарушена за счет необратимого нарушения ландшафта и гидрологического режима водотоков и загрязнения окружающей среды.

Промышленное освоение ресурсов полезных ископаемых ведется с вопиющими нарушениями природоохранного законодательства. С добычей золота и других драгоценных и полудрагоценных металлов связано химическое загрязнение рек. При аварийных ситуациях (разрушение хвостохранилищ, складов горюче-смазочных материалов и химических реагентов) последствия для лососей могут иметь катастрофический характер в масштабах речных бассейнов. Опасность представляет также постепенное накопление токсических веществ в грунте и заиливание нерестилищ по всему течению рек. Строительство подъездных путей и создание вахтовых поселков всегда приводит к увеличению браконьерского пресса [8].

Горно-обогачительные комбинаты (ГОК) относятся к категории опасных для окружающей среды промышленных объектов в связи с тем, что отходы цианирования руды представляют существенную опасность для здоровья человека и объектов окружающей среды, а их хранение требует повышенных мер безопасности. Деятельность ГОК «Крупномасштабная добыча, извлечение и обогащение на месте металлических руд» включена в перечень 17 наиболее опасных предприятий, наряду с переработкой радиоактивных отходов (Временная инструкция..., Госкомприрода СССР, 1990). Опасность таких предприятий связана с трансграничным распространением загрязнения, то есть с опасностью воздействия не только внутри страны, но и за ее пределами. В соответствии с Международной Конвенцией о предотвращении промышленных аварий, ратифицированной в России 30.11.2011 № 366 ФЗ. При добыче руды, из которой извлекается низкие концентрации золота, а именно менее 0,4%, образуются значительные количества отходов (поэтому эта деятельность в мировой практике отнесена к крупномасштабной).

При разработке рудных месторождений наиболее чувствительны к загрязнению водоемы, принимающие сточные воды, поскольку в отходах присутствуют взвешенные вещества, нефтепродукты и масла, кадмий, хром, медь, никель, ртуть, свинец, железо, цианиды, мышьяк, цинк. Эти опасные токсиканты попадают в водоемы из близко расположенных к ним накопителей отходов. Ответственность таких предприятий за выполнение природоохранных требований и мониторинг должна быть установлена с особенной тщательностью. Но исполняется ли это требование Международной Конвенции на Камчатке?

Так, по данным КамчатНИРО, в годы существования геологического поселка на Агинском месторождении в верховьях рек Кирганик и Ича лососи были почти полностью уничтожены [9]. В районе работы Агинского ГОКа (холдинг «Интерминералс») происходит неуклонная деградация водных экосистем от техногенного воздействия. По Агинскому месторождению СевВостРыбводом составлено более 160 протоколов о нарушении природоохранного законодательства [10]. Большая концентрация взвешенных веществ в реке является следствием того, что на практике технология хранения отходов цианирования руды в накопителе отходов ГОК – это промывание отходов паводками, осадками и просачивание их водных вытяжек в подземные воды и сброс в нерестовые реки.

Отходы Агинского ГОК отнесены к мало опасным – к IV классу опасности, в то время как значительная доля металлов, присутствующих в данной руде, относятся к опасным – к I классу (например, мышьяк, ртуть) и II–III классу, длинный перечень, начиная с кадмия, никеля, цианида, роданида, сурьмы, стронция и пр. (Гигиенические нормативы ГН2.1.5.1315-03). По требова-

ниям упомянутой Международной Конвенции: «Смеси и составы, содержащие такие опасные вещества, следует рассматривать точно так же, как и чистые вещества», входящие в смесь, то есть в данном случае – отходы руды. Что касается стронция, по последним данным КамчаНИРО, он в значительных количествах накоплен в донных осадках. В настоящее время существует реальная угроза потери реки Аги как нерестового водоема лососевых рыб. Согласно требованиям Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» хозяйственная деятельность должна вестись с обеспечением «устойчивого функционирования естественных экологических систем и предотвращением их деградации» и соблюдением «нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду» [11, 12]. Однако Агинский ГОК признан эталонным, моделью для строительства еще несколько золоторудных предприятий..

Вступил в строй Асачинский ГОК с хвостохранилищем *наливного* типа, жидкие отходы цианирования сбрасываются в котлован, покрытый пленкой, в результате образовалось в сейсмоопасной зоне озеро ядовитых отходов.

ОАО «СиГМА» ведет доизучение и разведку рудных тел Озерновского рудного поля и собирается запустить там горно-обогатительный комбинат. Значительная часть подготовительных работ уже проделана: резерв строительного грунта размещен в водоохранной зоне, уничтожены условия нагула и нереста лососей, подорвана их кормовая база. Все выявленные факты прокуратура представили суду, который запретил компании продолжать работу до получения согласования от Северо-Восточного территориального управления Федерального агентства по рыболовству [13].

Разработка открытым способом полиметаллических руд на месторождении Шануч привела к существенному увеличению суммарного загрязнения почв и донных отложений. Превышение рыбохозяйственных ПДК составило для меди – более 10 000, для никеля – более 7000; ИЗВ составил 2227 (в 2003 г. до начала разработки – 1,8). Основным техногенным фактором, влияющим на состояние водотоков и среду обитания гидробионтов, является разрушение почвенно-растительного покрова на крутых и пологих склонах, их водная эрозия и вымывание продуктов эрозии в водотоки, питающих реку Ича. Пятно загрязнения имеет тенденцию к увеличению [14]. Ущерб, наносимый браконьерством Шанучской геологоразведочной партии, оценивается суммой 150 млн руб. за три года [10].

Разработка россыпного месторождения платины в Сейнав-Гальмознанском платиноносном узле, расположенном в бассейне реки Вывенки, относящейся к рыбохозяйственным водоемам высшей категории, ведется открытым способом с нарушением природоохранного законодательства. К экологическим последствиям относятся полное уничтожение растительного покрова тундры на участках добычи; русловая и склоновая эрозия; уменьшение водности рек вблизи горных выработок; тысячекратное увеличение мутности воды; сокращение среды обитания лососей и сокращение их кормовой базы [15–17].

Магистральный газопровод «Кшукское и Нижнее-Квакчикское газоконденсатные месторождения – Петропавловск-Камчатский» протяженностью 390 км проходит от западного побережья Камчатки и пересекает 515 водотоков. В 115 случаях трасса пересекает нерестилища лососевых. Из нескольких вариантов строительства трассы был выбран самый короткий как наиболее выгодный строителям. Выгода от спрямления превышает размер компенсаций, выплачиваемых для восстановления рыбных ресурсов, но эти компенсации далеко не восполняют ущерб, наносимый популяциям лососевых [18]. Регуляционные работы на водотоках, связанные с созданием подпора воды, экранированием ложа потока (в руслоотводах), укладкой водопропускных труб (кульвертов), приводят к изменению скоростного режима потока. В тех случаях, когда такого рода работы проводятся на лососевых реках и ручьях, в целях сохранения рыбных запасов водопропускные сооружения должны отвечать требованиям, предъявляемым к рыбопропускным сооружениям (СНиП 2.06.07–87), т.е. обеспечивать пропуск проходных, полупроходных и мигрирующих жилых рыб из нижней части речного бассейна в верхний. Сочетание нескольких условий – высокая скорость течений, малая глубина воды внутри трубы, гладкие стенки и излишне большая длина трубы, наличие перепада между трубой и уровнем реки – образуют непреодолимое препятствие для рыб. Водопропускные трубы не только утрачивают рыбопропускную способность, присущую рекам в естественном состоянии, но и отсекают нерестово-выростные угодья рыб, расположенные в верхней части бассейна [17]. Трасса пересекает центр воспроизводства западно-камчатских лососей на две почти равные части и открывает браконьерам неконтро-

лируемый доступ к местам нереста. Через два-три года, после того как в 2001–2002 были построены подъездные пути, начали падать подходы лососей в реках Утке и Кихчике [18].

Геологоразведочные работы ведутся на Воямпольской лицензионной площади и ряде территорий Корякии. В случае подтверждения запасов нефти на Воямпольской лицензионной площади ее добыча будет развернута в бассейнах рек Тигиль, Аманина и Воямполка. Эти реки ежегодно обеспечивают от 63,1 до 283,9 т (в среднем 160,55 т) вылова лососей, что составляет почти четверть (21–27%) улова Тигильского района, или в среднем 17% уловов лососевых рыб по всей Западно-Камчатской подзоне (в том числе 14% горбуши, 43% кижуча, 27% кеты и 34% нерки), а также около 15% вылова кижуча по Камчатско-Курильской и Западно-Камчатской подзонам [19].

Эксплуатация ресурсной базы горнорудной (золоторудной) промышленности Камчатки не отвечает ни отраслевым, ни макроэкономическим требованиям долговременного устойчивого развития региона. Причина – неполный и недостаточно глубокий учет условий природной среды региона и мест расположения горнорудных предприятий при их проектировании, неудовлетворительная в природоохранном отношении практика их строительства и эксплуатации. Это приводит к значительному техногенному воздействию на объекты природной среды, и прежде всего водные объекты, подрывая базу возобновляемых природных ресурсов (рыболовную базу). При этом потенциал горнорудной промышленности в плане решения задач социально-экономического развития региона относительно невысок.

Браконьерство без преувеличения можно считать бичом экономики лососевого промысла и основной, в настоящее время угрозой для запасов тихоокеанских лососей.

На Камчатке в наибольшей мере страдают популяции лососевых рыб бассейнов рек Камчатка, Большая, Авача, поскольку они ближе всего к населенным пунктам и наиболее доступны для браконьеров. В бассейнах водоемов, к которым подходят автомобильные трассы, незаконный вылов (как вылов сверх имеющихся квот зарегистрированными пользователями, так и чистое браконьерство) достигает 80–95% от захода рыбы [20].

Оценка объемов и ущерба (современного и потенциального) от каждого из этих видов само по себе составляет серьезную проблему. Исследования, проведенные в КамчатНИРО, показали, что объем нелегального промысла лососей сравнялся с легальным, а по таким видам, как чавыча и кижуч, превышает его [21–23].

Браконьерство наиболее катастрофично тем, что оно изымает рыбу, предназначенную для воспроизводства.

На мировом рынке наиболее ценится продукция диких популяций лососей, доля которых в Камчатском крае составляет 98%. Край поставляет 41% горбуши, 40% кеты, 82% кижуча, почти 100% наиболее ценных видов – нерки и чавычи и 91% гольца. Уникальные биологические ресурсы Камчатки могут потерять свое значение вследствие браконьерства и нарушения среды обитания из-за начавшегося горнопромышленного освоения края.

Браконьерство является в настоящее время основной угрозой для воспроизводства запасов тихоокеанских лососей. Проблема браконьерства далека от решения.

Ставка администрации края на развитие горнорудной отрасли ставит под угрозу ресурсы тихоокеанских лососей. На Камчатке нет месторождений полезных ископаемых, кроме строительных материалов и торфа, которые можно было бы эксплуатировать многие десятки и сотни лет. Имеющиеся месторождения золота и полиметаллов имеют обеспеченность на 15–20 лет, после чего они потеряют значение, но среда обитания лососей будет необратимо нарушена, и не только Камчатка, но и Россия в целом в значительной степени потеряет уникальный возобновляемый ресурс, который невозможно будет заменить искусственным воспроизводством лососей.

### Литература

1. Карпенко В.И. Значение, проблемы и перспективы сохранения величины и биоразнообразия естественного воспроизводства лососей на Камчатке и Дальнем Востоке // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады V научной конференции 22–24 ноября 2004 г. – Петропавловск-Камчатский, 2005. – С. 112–123.
2. Ильясов С.В. Значение рыбного хозяйства // Право и безопасность. – 2004. – № 4(13).
3. Синяков С.А. Рыбная промышленность и промысел лососей в сравнении с другими отраслями экономики в регионах Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2006. – 64 с.

4. *Ларина Л.* Государство – заинтересованный в развитии региона инвестор. Интервью с губернатором Камчатского края Владимиром Илюхиным // Дальневосточный капитал. – 2013. – № 11.
5. *Ларина Л.* В Камчатском крае прошел самый восточный в России инвестиционный форум «Дальний Восток – 2014» // Дальневосточный капитал. – 2014. – № 10.
6. *Гаращенко Ю.А.* Стратегия развития и использования минерально-сырьевой базы Камчатского края // Горный вестник. – Вып. 5. – 2008. – С. 31–41.
7. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Корякско-Камчатская. Лист N57 – Петропавловск-Камчатский. Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2006. – 376 с. (МПП России, ФГУП «ВСЕГЕИ», ФГУП «Камчатгеология»).
8. *Моисеев Р.С., Ширков Э.И., Егина Л.В., Ширкова Е.Э., Дьяков М.Ю.* Сохранение численности и биологического разнообразия камчатских популяций лососей: социально-экономические аспекты. Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН. Выпуск IV. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2003. – 325 с.
9. *Запорожец О.М.* Экологические риски про горнорудных разработках на Камчатке (на примере месторождений «Золотое» и «Шануч») // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы V науч. конф. (22–24 ноября 2004 г.). – Петропавловск Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 185–186.
10. *Романчук А.В., Улатов А.В.* О нарушениях природоохранного законодательства при разработке горнорудных месторождений в бассейне нерестовой р. Ичи. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы VI науч. конф. (29–30 ноября 2005 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2005. – С. 146–149.
11. *Василевский Ю.А., Улатов А.В.* Экологическая катастрофа в обмен на Камчатское золото? // Вести. – 2011. – № 15.
12. *Жмур Н.С.* Промышленная добыча золота убивает реки Камчатки [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.chaspik41.ru/archives/3514> (дата обращения: 02 02 2015).
13. Итоги Года охраны окружающей среды на Камчатке [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.wwf.ru> (дата обращения: 02 02 2015).
14. *Лошкарева А.А.* Эколого-геологические условия шанучского полиметаллического месторождения (западная Камчатка), их трансформации при разведке и добыче полезных ископаемых и влияние на систему «река – водосбор»: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – М.: МГУ, 2008. – 24 с.
15. *Леман В.Н., Урямов В.Е., Чебанова В.В.* Экологические проблемы добычи россыпного и рудного золота в бассейнах лососевых нерестовых рек Камчатки // Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки: Докл. II Камчатской областной науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: ВНИРО, 2000. – С. 49–60.
16. *Чалов С.Р., Чебанова В.В., Леман В.Н., Песков К.А.* Техногенные изменения русла малой лососевой реки и их влияние на сообщество макрозообентоса и лососевых рыб (юго-восточные отроги Корякского нагорья) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток: Дальнаука, 2005. – Вып. 3. – С. 36–48.
17. *Леман В.Н., Лошкарева А.А.* Справочное пособие по природоохранным и мелиоративным мероприятиям при производстве строительных и иных работ в бассейнах лососевых нерестовых рек Камчатки. – М.: Тов. науч. изданий КМК, 2009. – 192 с.
18. Лосось и газопровод. Информационный буклет. Петропавловск-Камчатский: Проект ПРООН/ГЭФ «Сохранение биоразнообразия лососевых Камчатки и их устойчивое использование». – Петропавловск-Камчатский: ФГУ «Севострыбвод», КамчатНИРО, 2005. – 10 с.
19. *Леман В.Н.* Проблемы нормативно-методического, правового и организационного обеспечения приоритетов рыбного хозяйства при освоении перспективных нефтегазоносных районов западно-камчатского шельфа Охотского моря // Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения: Материалы региональной науч.-практ. Конф. (23–25 ноября 2004 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2004. – С. 96–99.
20. *Запорожец О.М., Запорожец Г.В.* Кета р. Паратунки в условиях антропогенного пресса. Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы II науч. конф. (9–10 апреля 2001 г.) – Петропавловск-Камчатский, Камчат, 2001. – С. 157–158.

21. Кловач Н.В. О величине сокрытия уловов тихоокеанских лососей // Рыбн. хоз-во. – 2005. – № 6. – С. 42–43.

22. Запорожец О.М., Запорожец Г.В. Браконьерский промысел лососей в водоемах Камчатки: учет и экологические последствия. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2007. – 60 с.

23. Запорожец О.М., Шевляков Е.А., Запорожец Г.В. Динамика численности камчатских лососей с учетом их легального и нелегального изъятия // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 153. – С. 109–134.

УДК 574.5(265.54)

**А.А. Дуленин<sup>1</sup>, П.А. Дуленина<sup>1</sup>, Е.А. Рижийс<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Хабаровский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения  
Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный Центр – ХфТИНРО,  
Хабаровск, 680000

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева  
Дальневосточного отделения РАН – ТОИ ДВО РАН,  
Владивосток, 690000  
e-mail: dulenin@mail.ru

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ВОДОЛАЗНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗАЛИВА СОВЕТСКАЯ ГАВАНЬ**

Обобщены результаты гидробиологических водолазных исследований в заливе Советская Гавань в 2012–2014 гг. Поселения бентоса имеют поясное сложение, их состав и структура сходны с таковыми в соседних районах Татарского пролива. Сильно загрязнены 6%, умеренно – 22%, слабо – 72% площади дна залива. Промысловые ресурсы образует zostера морская в кутовых частях бухт залива; сахарина японская, приморский гребешок и мидия Грея формируют базу спортивно-любительского рыболовства.

**Ключевые слова:** залив Советская Гавань, макробентос, загрязнение, промысловые ресурсы.

**A.A. Dulenin<sup>1</sup>, P.A. Dulenina<sup>1</sup>, E.A. Rizhiys<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Khabarovsk branch of Pacific fisheries research Center – KhbTINRO, Khabarovsk, 680000  
<sup>2</sup>V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences -  
POI FEB RAS, Vladivostok, 690000  
e-mail: dulenin@mail.ru

## **RESULTS OF HYDROBIOLOGICAL DIVING SURVEY IN THE SOVETSKAYA GAVAN GULF**

The results of diving surveys of the Sovetskaya Gavan Gulf in 2012–2014 are represented. Distribution of macrobenthos settlements has belt zonation. Their composition and structure are similar to those in the neighboring areas of the Tartar Strait. About 6% of the bottom area is heavily polluted, 22% – moderately polluted and 72% – slightly polluted. Commercial resources are formed by *Zostera marina* in the inner part of the bays of the Gulf; *Saccharina japonica*, *Mizuhopecten yessoensis* and *Crenomytilus grayanus* form the basis of sport-fishing.

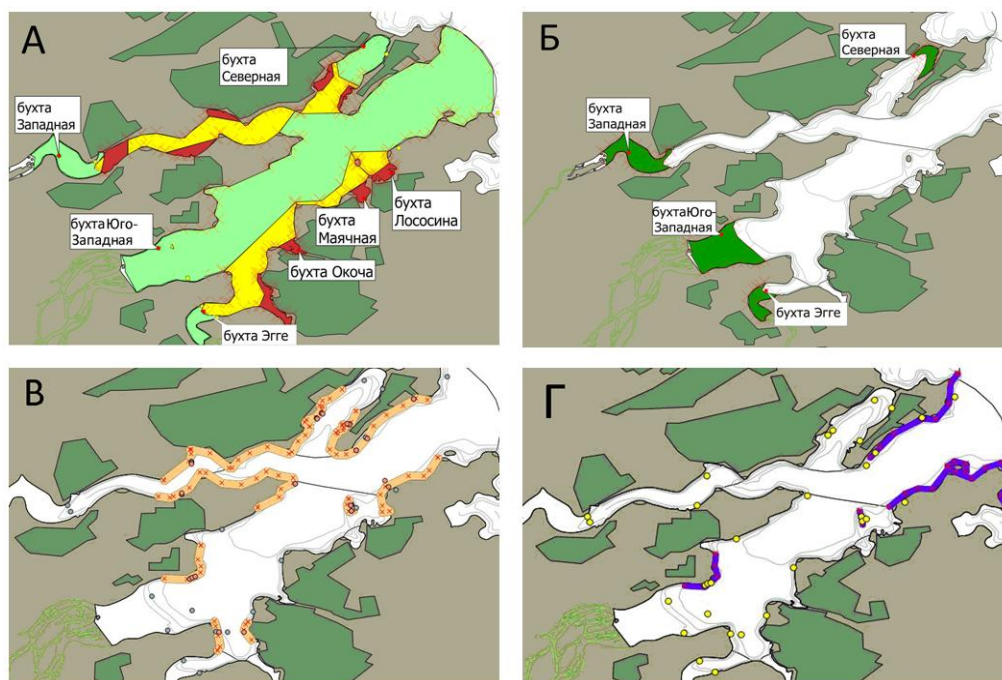
**Key words:** The Sovetskaya Gavan Gulf, macrobenthos, contamination, fisheries resources.

В последние полтора десятилетия в результате водолазных исследований ХфТИНРО были получены сведения о составе, структуре, и ресурсах макробентоса Татарского пролива в пределах Хабаровского края, что отражено в ряде публикаций [1–8].

Однако залив Советская Гавань до сих пор систематически не обследовали. Результаты исследований в заливе в прежние годы в открытой печати практически отсутствуют. Очевидно, это связано с тем, что в порту Советская Гавань в свое время располагалась база Тихоокеанского флота СССР, и акватория порта была закрыта для проведения подобного рода работ.

В связи с этим в 2012–2014 гг. была выполнено водолазное обследование залива, результаты которого призваны заполнить имеющийся пробел.

**Материалы и методы.** Основные материалы получены во время гидробиологических водолазных обследований в заливе Советская Гавань, проведенных летом и осенью с 2012 по 2014 гг. в координатах между 48,95° и 49,04° с.ш. и 140,22° и 140,35° в.д. (рисунок). Выполнено не менее 200 водолазных станций на 40 разрезах.



Залив Советская Гавань.

*А: загрязненность (салатовым – условно чистые, желтым – умеренно загрязненные, красным – сильно загрязненные участки дна залива); Б: промысловые поселения zostеры морской в кутах бухт; В: поселения приморского гребешка; Г: поселения мидии Грея*

Сборы материалов под водой выполнены первым автором и инженером Советско-Гаванской лаборатории ХфТИНРО М.В. Дергачевым, которому авторы выражают искреннюю признательность.

Учетные работы проводили в соответствии с методиками, рекомендованными ВНИРО [9]. Количественные характеристики отдельных видов, как правило, приведены последовательно в скобках, соответственно: (проективное покрытие, %; удельная биомасса, кг/м<sup>2</sup>; плотность, экз./м<sup>2</sup>).

**Краткая физико-географическая характеристика.** Советская Гавань – залив на западном берегу Татарского пролива [10]. Вход в залив расположен к северу от мыса Путятина, с севера ограничен полуостровом Меньшикова. Длина залива составляет 11 километров, ширина на входе 2 километра. Глубина на входе достигает 28 м, во внутренних бухтах – 11–17 м. Уклон дна у берегов изменяется от сильного во внешней части залива до незаметного в кутовых частях внутренних бухт. Ниже берегового склона дно пологое, уклон отсутствует. Вдоль берегов в пределах склона грунты преимущественно глыбово-валунные, у подножия склона сменяющиеся песчано-гравийными во внешней части залива и заиленными во внутренних бухтах. В центральной части залива грунты илистые. В составе залива выделяют три части, разделенные глубоко вдающимися в акваторию мысами. Это бухты Северная, Западная и Юго-Западная (залив Хаджи), в которых в свою очередь имеется ряд меньших бухт. На берегу залива расположен город Советская Гавань и ряд поселков городского типа: Майский, Заветы Ильича, Лососина.

**Типизация поселений бентоса.** Поселения макробентоса залива имеют поясное сложение. Выражена смена ценоотических поясов с глубиной. На мелководьях у берегов располагаются



пояса растительности, с ростом глубины сменяющиеся сообществами с доминированием животных. Состав и структура бентоса изменяются по мере ослабления гидродинамической нагрузки при продвижении от внешних участков залива к внутренним. Биота залива существует в условиях выделенных ранее биономических типов (БТ) [4], т.е. на участках с умеренной (II БТ) гидродинамической нагрузкой внешних частей залива и с ослабленной гидродинамической нагрузкой (III БТ) во внутренних бухтах залива. Биота входных мысов существует в условиях высокой гидродинамической нагрузки (I БТ). В связи с этим поясное сложение бентоса в условиях разных биономических типов охарактеризовано отдельно. Структура поселений бентоса имеет ряд типичных черт, обсуждавшихся ранее [4, 5], с некоторыми особенностями. Ниже приведены ее общее описание.

**Входные мысы (I БТ).** Пояс растительности располагается скалисто-глыбовых грунтах на глубинах от 0 до 20-22 м, его ширина 100–300 м.

На глубинах от 1 до 3–4 м расположены поселения алярии *Alaria marginata* шириной 10–30 м (30–80%, 1–5 кг/м<sup>2</sup>, 10–200 экз./м<sup>2</sup>), перемежающиеся с пятнами филлоспадикса *Phyllospadix iwatensis* шириной 0,5–2 м и длиной 2–10 м (10–50%, 1–3 кг/м<sup>2</sup>, 50–200 экз./м<sup>2</sup>).

На глубинах от 4 до 8 м расположен пояс с комплексным сложением растительности шириной 20–50 м с общим ПП около 80%. В его пределах перемежаются группировки площадью 2–20 м<sup>2</sup> с доминированием сахарины (ламинарии) японской *Saccharina japonica* преимущественно на вершинах глыб (40–100%, 2–15 кг/м<sup>2</sup>, 2–15 экз./м<sup>2</sup>) и цистозиры толстоногой *Stephanocystis crassipes* между глыбами (60–100%, 2–12 кг/м<sup>2</sup>, 1–8 экз./м<sup>2</sup>). ПП в пределах группировок ламинарии 100%, цистозиры 40–60%. В нижнем ярусе ПП известковых водорослей *Bossiella cretacea* и *Corallina pilulifera* 30–50 %.

На глубинах от 8 до 15–20 м располагаются поселения агарума *Agarum clathratum* шириной от 20 до 200 м (10–100%, 0,3–2 кг/м<sup>2</sup>, 1–8 экз./м<sup>2</sup>) либо поселения известковых водорослей *Lithotamnion sp.* и *Clathromorphum sp.* (20–60%), перемежающиеся с участками дна, лишенными растительного покрова с соотношением площадей около 1:1.

У внешних южных берегов залива, на глубине 20–22 м, располагается наиболее глубоководные из отмеченных в Татарском проливе участки формирования выраженного растительного покрова. Он сформирован красными водорослями *Congregetocarpus pacificus* (30–60%, 0,3–2 кг/м<sup>2</sup>, 10–30 экз./м<sup>2</sup>). Ширина пояса – от 10 до 30 м.

В пределах пояса растительности, как и на твердых грунтах, на различных глубинах встречаются животные: морские звезды *Patiria pectinifera* (0,005–0,2 кг/м<sup>2</sup>, 0,1–4 экз./м<sup>2</sup>), *Henricia sp.* (0,05 кг/м<sup>2</sup>, 0,1 экз./м<sup>2</sup>), хитоны *Cryptochiton stelleri* (0,05 кг/м<sup>2</sup>, 0,1 экз./м<sup>2</sup>), сидячие полихеты *Serpula vermicularis* 0,05–0,2 кг/м<sup>2</sup>.

Кроме того, здесь на глубинах 5–15 м повсеместно присутствует мидия Грея (*Crenomytilus grayanus*), одиночно и в виде друз разного размера (5–100 экз.) и массы (1–20 кг). Плотность одиночных моллюсков – не менее 0,2 экз./м<sup>2</sup>, плотность друз не менее 0,02 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса мидии около 0,05 кг/м<sup>2</sup>, местами до 10 кг/м<sup>2</sup>. На участках своего расположения друзы формируют ПП до 40%. В этом же диапазоне глубин между глыб прикрепляются гребешки *Chlamys swiftii* (0,02–0,05 экз./м<sup>2</sup>, 0,0021–0,05 кг/м<sup>2</sup>).

На глубинах 10–15 м отдельными пятнами площадью 0,1–0,2 м<sup>2</sup> и в качестве консортов на друзах мидии располагаются колонии сидячих полихет *Bispira polymorpha*. Плотность колоний не менее 0,01 на квадратном метре. Каждая колония состоит из сотен и тысяч трубок с животными. Удельная биомасса колоний порядка 0,01 кг/м<sup>2</sup>. В нижней части глыб на вертикальных поверхностях в небольшом количестве появляются мшанки *Phydolopora elongata* (3–10%) и губки *Suberites domuncula*, часто с раками-отшельниками *Pagurus spp.* внутри (0,01–0,1 кг/м<sup>2</sup>, 0,01–0,1 экз./м<sup>2</sup>). Состав макрозообентоса одинаков как в пределах поселений водорослей, так и на участках, лишенных растительности.

**Внешняя часть залива (II БТ).** Пояс растительности располагается на глубинах от 0 до 11–20 м. Ниже пояса растительности могут присутствовать отдельные растения, не образующие растительного покрова. В целом он сходен с таковым у входных мысов с той разницей, что из его состава выпадают поселения *Alaria marginata* и *Congregetocarpus pacificus*.

У внешних северных берегов залива находятся участки, подвергающиеся истиранию льдами. На этих участках отсутствует крупная растительность, однако дно на глубинах от 5 до 20 м покрыто корковыми известковыми водорослями *Clathromorphum sp.* и *Lithotamnion sp.* (30–80%). Ширина пояса составляет от 20 до 50 м.

Поселения животных на твердых грунтах также аналогичны описанным выше, с той разницей, что из их состава выпадают колонии *Bispira polymorpha*.

Ниже пояса твердых грунтов, у подножия валунного склона, на песчаных и песчано-илистых грунтах, на глубинах от 10 до 18 м располагаются ленточные скопления приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (0,003–0,5 кг/м<sup>2</sup>, 0,01–3 экз./м<sup>2</sup>) шириной 1–30 м, скопления плоского ежа *Scaphechinus griseus* (0,05–0,2 кг/м<sup>2</sup>, 0,1–5 экз./м<sup>2</sup>), повсеместно присутствуют полихеты *Pectinaria hyperborea* (0,001–0,005 кг/м<sup>2</sup>, 1–5 экз./м<sup>2</sup>).

В наиболее глубоководной части залива, на глубинах от 18 до 27 м располагаются совместные поселения офиур *Ophryura sarsi* (0,01–0,06 кг/м<sup>2</sup>, 20–60 экз./м<sup>2</sup>), полихет *Polychaeta indet.* (0,01–0,07 кг/м<sup>2</sup>, 20–600 экз./м<sup>2</sup>). Ширина этих поселений – не менее 1 км.

На мягких грунтах почти повсеместно встречаются двустворчатые моллюски *Miodontiscus annaskensis*, *Leonicula orbiculata* (0,05–0,1 кг/м<sup>2</sup>, 20–200 экз./м<sup>2</sup>).

**Внутренняя часть залива (III БТ).** Пояс растительности располагается на глубинах от 0 до 11–15 м. В кутовых частях бухт растительность располагается на глубинах до 3–4 м. Ниже пояса растительности могут присутствовать отдельные растения, не образующие растительного покрова.

На глубинах 1–3 м растительность слагается лугами морской травы *Zostera marina* 50–100%, 1,5–4 кг/м<sup>2</sup>, 50–250 экз./м<sup>2</sup>). Ширина пояса составляет от 5 до 30 м вдоль берегов по сторонам бухт, и от 200 до 500 м в кутовых частях.

Ниже, на глубине 3–6 м отмечены небольшие поселения морской травы *Zostera asiatica* (40–100%, 1–4 кг/м<sup>2</sup>, 40–20 экз./м<sup>2</sup>) шириной 10–50 м.

В этом же диапазоне глубин располагаются сообщества с доминированием цистозеры *Stephanocystis crassipes* (20–60%, 0,5–5 кг/м<sup>2</sup>, 0,5–3 экз./м<sup>2</sup>). Ширина пояса составляет от 10–20 м.

Местами, на глубине от 5 до 10 м располагается пояса агарума продырявленного и мидии Грея, аналогичные описанным выше, шириной от 5 до 30 м.

Ниже пояса растительности, на глубинах от 4 до 18 м располагаются поселения с доминированием актиний *Metridium giganteum* (0,1–0,2 кг/м<sup>2</sup>, 0,1–0,2 экз./м<sup>2</sup>). Кроме того, здесь располагаются поселения приморского гребешка, полихет и зарывающихся двустворчатых моллюсков, подобные таковым во внешней части залива. Ширина таких поселений – 0,1–0,5 км.

Глубже 18 м располагаются поселения полихет и офиур, подобные вышеописанным, шириной не менее 0,3 км.

В обрастании гидротехнических сооружений формируются поселения видов, отсутствующих на естественных субстратах: мидии тихоокеанской *Mytilus trossulus* (не менее 500 экз./м<sup>2</sup>) и устрицы гигантской *Crassostrea gigas* (около 1 экз./м<sup>2</sup>). Кроме того, на шлаковых отвалах Майской ГРЭС в бухте Западной имеются поселения тепловодного двустворчатого моллюска нутталлии *Nuttalia obscurata* (до 1–2 экз./м<sup>2</sup>), нехарактерной для наших вод.

**Оценка уровня антропогенного загрязнения дна залива.** В связи с тем, что в заливе находится порт, а до недавнего времени находилась база Тихоокеанского флота МО РФ, часть площадей дна загрязнена. По результатам обследования была выполнена оценка уровней загрязнения площадей дна залива.

В заливе выделены и картированы (см. рисунок, А) участки дна трех категорий загрязненности

- 1) условно чистые, на которых структура бентоса близка к нативной;
- 2) умеренно загрязненные, на которых выраженных признаков антропогенной деструкции не наблюдается, однако присутствует существенное количество подводного мусора;
- 3) сильно загрязненные, характеризующиеся нарушенной структурой поселений бентоса, разреженной растительностью и большим количеством подводного мусора, составляющего основу подводного «ландшафта».

Большую часть дна залива – 72% площади, или 24 км<sup>2</sup>, следует считать условно чистой. Это преимущественно внешние открытые части залива с интенсивной гидродинамикой. Кроме того, условно чистыми следует считать и мелководные кутовые части бухт Северной, Западной, Бяуде, Эгге, хорошо очищающиеся за счет лугов морских трав и впадения речных вод. Относительная чистота дна сохраняется, поскольку на таких участках нет постоянных источников антропогенных загрязнений. Умеренно загрязнены 22% площади дна, или 7,5 км<sup>2</sup>. Это преимущественно участки, прилегающие к населенным пунктам – г. Советская Гавань, пос. Лососина, Заветы Ильича, Майский, Западный. Сильно загрязнены участки стоянок судов и портовых сооружений. На их долю приходится 6% площади, или 2 км<sup>2</sup>. Сильно загрязнены бух. Лососина, Маячная, Ооча, а также отдельные участки бухт Эгге, Северной, Западной (в частности, участок напротив золотвала Майской ГРЭС).

**Ресурсы промысловых организмов.** Собственно, доступные для промышленного освоения ресурсы в заливе образует zostера морская (см. рисунок, Б). Некоторые поселения располагаются в пределах акваторий порта, подвергающихся существенному антропогенному загрязнению. Здесь учтены в качестве промыслового запаса только поселения, удаленные от источников загрязнений. Они расположены в бухтах Северная, Западная, Бяуде, Эгте на общей площади 390 га и образуют запас в 12000 т.

Что касается прочих привлекательных для добычи видов (см. рисунок, В, Г), таких как приморский гребешок (протяженность поселений в заливе оценена в 23 км), мидия Грея (протяженность поселений 2 км), сахарина японская (протяженность поселений 4 км), то они могут осваиваться только в режиме спортивно-любительского рыболовства, для личного потребления. Это связано с ограниченностью их ресурсов, которые при организации полномасштабного промысла будут легко подорваны.

Впервые выполнено гидробиологическое водолазное обследование залива Советская Гавань.

Состав и структура поселений макробентоса залива аналогична таковой на окрестных участках северо-западной части Татарского пролива. В качестве черт оригинальности биоты залива необходимо отметить присутствие в обрастании гидротехнических сооружений поселений гигантской устрицы, тихоокеанской мидии, нутгалии.

Около 72% площадей залива следует считать условно чистыми, 22% – умеренно загрязненными, 6% – сильно загрязненными.

Промысловые ресурсы в пределах залива формируют луга zostеры морской. Объем промыслового запаса zostеры – 12 тыс. т. Базу спортивно-любительского рыболовства формируют поселения приморского гребешка, мидии Грея и сахарины японской.

### Литература

1. Дуленин А.А., Дуленина П.А., Черниенко И.С. Промыслово-биологические характеристики приморского гребешка в северо-западной части Татарского пролива и проблемы рационального использования его запасов // Первая Междунар. конф. «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки»: Материалы докл. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – С. 71–76.
2. Сидяков Ю.В. Условия формирования промысловых скоплений приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в прибрежной зоне западного побережья Татарского пролива (в границах Хабаровского края) // Международный семинар «Роль климата и промысла в изменении структуры зообентоса шельфа». Тез. докл. – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН. – 2003. – 124 с.
3. Овсянников В.П., Сидяков Ю.В. Видовой состав и количественное распределение брюхоногих моллюсков в прибрежье Татарского пролива // Изв. ТИНРО. – Т. 146. – 2006. – С. 198–204.
4. Дуленин А.А. Распределение макрофитобентоса в условиях сублиторали северо-западной части Татарского пролива: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 20 с.
5. Дуленин А.А., Сидяков Ю.В., Черниенко И.С. Сообщества макробентоса сублиторали северо-западной части Татарского пролива и Охотского моря (в границах Хабаровского края) // Сборник научных трудов Хабаровского филиала Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2010. – С. 115–137.
6. Дуленин А.А. Ресурсы и распределение промысловых макрофитов западной части Татарского пролива (в пределах Хабаровского края) // Изв. ТИНРО – Т. 170. – 2012. – С. 17–29.
7. Дуленина П.А., Дуленин А.А. Распределение, размерный, возрастной состав и рост приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) (BIVALVIA: PECTINIDAE) в северо-западной части Татарского пролива // Биология моря. – Т. 38, № 4. – 2012. – С. 290–297.
8. Селин Н.И., Дуленина П.А. Рост и продолжительность жизни мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (BIVALVIA: MYTILIDAE) в Татарском проливе Японского моря в связи с особенностями обитания у северной границы ареала // Биология моря. – Т. 38, № 4. – 2012. – С. 298–304.
9. Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А., Штрик В.А. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. – М.: ВНИРО, 2003. – 80 с.
10. Лоция Татарского пролива, Амурского лимана и пролива Лаперуза. – СПб.: ГУНИО МО РФ, 2003. – С. 10–193.

УДК [551.46.09:504.5](268.45)

**А.Ю. Жилин, Н.Ф. Плотицына**

*Полярный научно-исследовательский институт  
морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича,  
Мурманск, 183038  
e-mail: zhilin@pinro.ru*

### **МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОСАДКАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения морской среды исследованных районов Баренцева моря, который не окажет существенного влияния на состояние запасов промысловых рыб в краткосрочной перспективе.

**Ключевые слова:** Баренцево море, вода, донные осадки, *n*-парафины, ПАУ, хлорированные углеводороды, микроэлементы,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ .

**A.Yu. Zhilin, N. F. Plotitsyna**

*Knipovich Polar Research Institute  
of Marine Fisheries and Oceanography,  
Murmansk, 183038  
e-mail: zhilin@pinro.ru*

### **MONITORING OF CONTAMINANTS IN WATER AND BOTTOM SEDIMENTS FROM THE BARENTS SEA**

The results confirm the low level of pollution of the marine environment in the investigated areas of the Barents Sea. It will have no significant impact on the status of commercial fish stocks in the short term.

**Key words:** the Barents Sea, water, bottom sediments, *n*-paraffins, PAH, chlorinated hydrocarbons, microelements,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ .

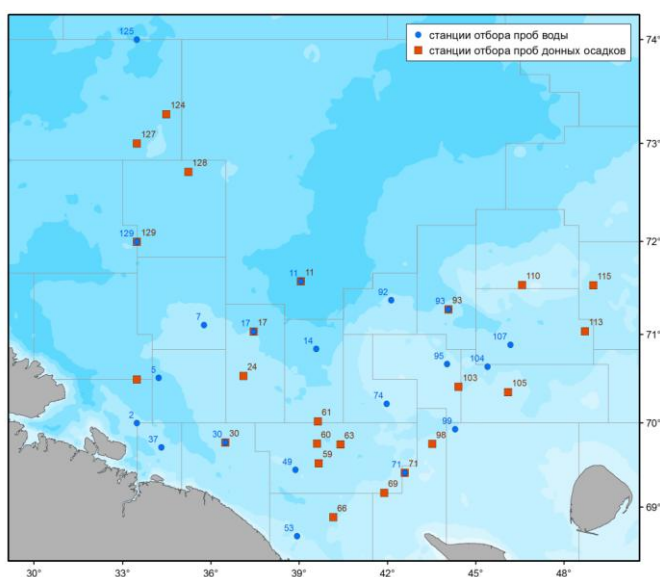


Рис. 1. Схема станций отбора проб воды и донных осадков Баренцева моря в 2014 г.

В 2014 г. уровни загрязнения отдельных компонентов экосистемы Баренцева моря определялись в лаборатории прикладной экологии и токсикологии ПИНРО, аккредитованной на техническую компетентность и независимость (аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.518450), в соответствии с методическими руководствами [1–5].

Для оценки состояния среды обитания водных биоресурсов Баренцева моря были исследованы пробы воды и донных осадков из южных и центральных промысловых районов (рис. 1). Всего проанализированы 40 проб воды (поверхностный и придонный слои) и 23 пробы донных осадков по 59 химическим показателям каждая.

В результате проведенных исследований установлено, что

концентрации нефтяных (алифатических) углеводородов (АЛУ) в поверхностном слое морской воды изменялись от 0,62 до 1,80 мкг/л, в придонном слое – от 0,59 до 5,12 мкг/л и не превышали предельно допустимую концентрацию в воде водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>р/х</sub>) – 50 мкг/л [6]. Величины отношения концентраций изопреноидов пристана и фитана в поверхностных и придонных водах варьировали от 0,1 до 0,7, т.е. были меньше 1,5, что свидетельствовало о нефтяном происхождении определяемых АЛУ. Углеродный коэффициент СРІ изменялся от 0,3 до 0,8, что подтверждало нефтяное происхождение АЛУ [7]. Доминирование в пробах воды низкокипящих алканов также характерно для АЛУ нефтяного происхождения. Наибольшие концентрации *n*-парафинов нефтяного происхождения характерны для придонного слоя атлантических вод.

Общие концентрации полициклических ароматических углеводородов ( $\Sigma$ ПАУ) в поверхностном слое воды варьировали от 5,61 до 129 нг/л, в придонном – от 20,9 до 157 нг/л и на большинстве станций превышали глобальный фоновый уровень (20 нг/л) [7, 8].

На станциях в прибрежных мурманских водах с высокой концентрацией ПАУ в поверхностном и придонном слоях суммарная концентрация маркеров нефтяного загрязнения (нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин, флуорен, хризен) достигала 86%, на станциях в атлантических водах – 75%. Повышенные концентрации канцерогенных ПАУ были характерны для придонного слоя атлантических вод [8]. В целом же атлантические водные массы меньше загрязнены ПАУ, чем прибрежные мурманские воды.

Стойкие органические загрязнители в исследованных водах были представлены хлорорганическими пестицидами (ХОП) и полихлорбифенилами (ПХБ). Из ХОП в воде Баренцева моря определялись  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -изомеры гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензол (ГХБ), изомеры хлордана и метаболиты дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ).

Суммарные концентрации трех изомеров ГХЦГ в поверхностном и придонном слоях воды изменялись от 0,81 до 3,28 и от 0,71 до 2,40 нг/л соответственно. Доминирование концентраций  $\alpha$ -ГХЦГ над  $\gamma$ -ГХЦГ ( $\alpha$ -ГХЦГ/ $\gamma$ -ГХЦГ >1) свидетельствовало о «старом» характере загрязнения водных масс этим пестицидом [9,10].

Остаточные концентрации ГХБ в поверхностном и придонном слоях воды исследованных районов варьировали от 0,05 до 0,43 нг/л и не превышали ПДК<sub>р/х</sub> (10 нг/л) [6].

Суммарные концентрации метаболитов ДДТ в поверхностном слое воды варьировали от 0,29 до 2,75, в придонном – от 0,33 до 2,46 нг/л и не превышали ПДК<sub>р/х</sub> (10 нг/л) [6]. Величина отношения концентраций изомеров ДДТ ( $p,p'$ -ДДТ/ $p,p'$ -ДДЕ <1) указывала на длительный процесс трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, т. е. на давнее загрязнение вод Баренцева моря данным пестицидом [9, 10].

Суммарные концентрации ПХБ в поверхностном слое воды изменялись от 0,21 до 3,74, в придонном – от 0,26 до 1,72 нг/л и также не превышали рыбохозяйственную ПДК (10 нг/л). Из индивидуальных конгенов ПХБ в морской воде доминировали соединения с номерами 52, 101, 118, 138, и 153, входящие в состав промышленных смесей типа Aroclor (российские аналоги Совол и Совтол-10 – конденсаторное и трансформаторное масла соответственно), составляющие в поверхностном слое воды от 66 до 100 %, в придонном – от 74 до 100 %  $\Sigma$ ПХБ. Причем конгеном с номером 118 относится к диоксиноподобным соединениям, так как проявляет токсичность, подобную 2,3,7,8-тетрахлордифенилдиоксину, но имеет более низкий токсический потенциал [11].

Концентрации определяемых 11 микроэлементов (медь, цинк, никель, хром, марганец, кобальт, свинец, железо, кадмий, мышьяк и ртуть) были значительно ниже ПДК<sub>р/х</sub>. Максимальные концентрации таких токсичных элементов, как свинец, кадмий и мышьяк, в поверхностном и придонном слоях воды составляли 0,20, 0,13 и 0,90 мкг/л соответственно, а концентрации ртути не превышали ПДК<sub>р/х</sub>, равную 0,1 мкг/л (максимальное значение 0,028 мкг/л) [6, 12].

Величина объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в поверхностном слое воды на станции 2 стандартного разреза «Кольский меридиан» в феврале 2014 г. составила  $1,40 \pm 0,80$  Бк/м<sup>3</sup>,  $^{90}\text{Sr}$  –  $2,16 \pm 0,40$  Бк/м<sup>3</sup>, что не превышало фоновых значений последних лет [13].

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения водных масс исследованных промысловых районов Баренцева моря в 2014 г. (рис. 2).

Содержание АЛУ (*n*-парафинов) в верхнем слое донных осадков Баренцева моря изменялось от 0,58 до 1,72 мкг/г сухой массы и было представлено широким спектром углеводородов от C<sub>8</sub> до C<sub>31</sub>. В России нормативы содержания алифатических углеводородов в морских дон-

ных осадках отсутствуют, но по литературным данным количество *n*-парафинов в исследованных донных осадках Баренцева моря было значительно ниже техногенного фонового уровня, характерного для верхнего слоя донных осадков Западно-Арктического шельфа – 340 мкг/г сухой массы [14, 15]. Низкие значения углеродного коэффициента  $CPI < 1$  (0,54–0,98) и преобладание низкокипящих углеводородов в отношении величин содержания  $nC_8-nC_{22}/nC_{23}-C_{31}$  (1,1–2,4) характерны для углеводородов нефтяного, а не биогенного происхождения [7].

Суммарное содержание 19 ПАУ в верхнем слое донных осадков Баренцева моря варьировало от 6,0 до 111 нг/г сухой массы осадка. Из группы углеводородов, которые являются индикаторами промышленных и неиндустриальных выбросов, можно выделить пирен, флуорантен, бенз(ghi)перилен, бенз(b)флуорантен, индено(1, 2, 3-cd) пирен. В исследованных пробах донных осадков доминировали в основном бенз(b)флуорантен, бенз(k)флуорантен, перилен, индено(1, 2, 3-cd) пирен и бенз(ghi)перилен, содержание которых составляло от 58,8 до 69,3% от  $\Sigma$ ПАУ, за исключением проб, отобранных на Канинской банке, Северном склоне Гусиной банки и в Восточном Прибрежном районе, где содержание в донных осадках «метчиков» типично нефтяных аренов (нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин, флуорен и хризен) достигало 88,0% от  $\Sigma$ ПАУ [7]. Общее содержание канцерогенных соединений изменялось от 6,33 до 33,0%, а бенз(a)пирена – от 0,26 до 3,57% от  $\Sigma$ ПАУ. Одним из критериев происхождения ПАУ в морских донных осадках является величина отношения суммарного содержания низкомолекулярных соединений ( $\Sigma$ НМС) к суммарному содержанию высокомолекулярных соединений ( $\Sigma$ ВМС). Петрогенное загрязнение характеризуется преобладанием НМС, в то время как ВМС доминируют в загрязнениях, вызванных протеканием пиролитических процессов [16]. Для проб донных осадков на большинстве исследованных станций это отношение было меньше 1, что указывало на образование ПАУ в результате сгорания органического топлива. В донных осадках на станциях, расположенных на Канинской банке, Северном склоне Гусиной банки и в Восточном Прибрежном районе, величина отношения  $\Sigma$ НМС/ $\Sigma$ ВМС была больше 1, что характерно для ПАУ нефтяного происхождения.

В России отсутствуют нормативы содержания загрязняющих веществ в морских донных осадках. В соответствии с классификацией уровней загрязнения морских донных осадков, принятой Норвежским Государственным Агентством по охране окружающей среды (SFT), содержание  $\Sigma$ ПАУ и бенз(a)пирена в донных осадках на большинстве исследованных станций не превышало фоновые уровни –  $< 300$  и  $< 10$  нг/г сухой массы соответственно [17].

Стойкие органические загрязнители в исследованных донных осадках были представлены ХОП и ПХБ. Из ХОП в донных осадках Баренцева моря определялись  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -изомеры ГХЦГ, ГХБ, изомеры хлордана и метаболиты ДДТ.

Суммарное содержание ГХЦГ в донных осадках исследованных районов Баренцева моря варьировало от 0,41 до 9,92 нг/г сухой массы. Увеличение относительного содержания более стабильного изомера  $\alpha$ -ГХЦГ по сравнению с  $\gamma$ -ГХЦГ ( $\alpha$ -ГХЦГ/ $\gamma$ -ГХЦГ  $> 1$ ) указывало на давнее поступление этого пестицида в Баренцево море [9, 10]. Содержание ГХБ в исследованных донных осадках изменялось в узком интервале от 0,05 до 0,15 нг/г сухой массы. В настоящее время определяются лишь остаточные количества этого соединения, так как его применение было запрещено в СССР в 1970-е годы. По норвежской классификации, содержание ГХБ в донных осадках исследованных районов Баренцева моря не превышало фоновый уровень ( $< 0,5$  нг/г сухой массы) [17]. Из изомеров хлордана в исследованных донных осадках обнаружен только *trans*-хлордан, и его содержание изменялось от аналитического нуля до 0,70 нг/г сухой массы, т. е. было очень незначительно. Этот пестицид в России никогда не применялся, и его остаточные количества поступают в Баренцево море преимущественно с водами Северо-Атлантического течения.

Суммарное содержание метаболитов ДДТ варьировало от 0,46 до 2,5 нг/г сухой массы. Содержание изомера *p,p'*-ДДЕ в донных осадках превышало содержание изомера *p,p'*-ДДТ на всех исследованных станциях и свидетельствовало о длительном процессе трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, то есть о давнем загрязнении [9, 10]. По норвежской классификации, содержание  $\Sigma$ ДДТ в донных осадках на трех станциях Канинской банки было на уровне фона ( $< 0,5$  нг/г сухой массы), на остальных 20 станциях соответствовало категории «умеренно загрязненные» донные осадки (0,5–2,5 нг/г сухой массы) [17].

Суммарное содержание ПХБ в верхнем слое донных осадков изменялось от 0,33 до 1,24 нг/г сухой массы. Из индивидуальных соединений ПХБ преобладали тетра-, пента- и гексахлорбифенилы, доминирующие в составе промышленных смесей типа Aroclor, российские аналоги – Совол (конденсаторное масло) и Совтол-10 (трансформаторное масло). Они составляли до 80% суммарного содержания ПХБ. Согласно критериям загрязненности морских донных осадков, принятым в Норвегии, суммарное содержание семи конгенов ПХБ с номерами 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 в донных осадках исследованных районов Баренцева моря соответствовало техногенному фоновому уровню (< 5 нг/г сухой массы) [17].

В России отсутствуют нормативы содержания тяжелых металлов и микроэлементов в морских донных осадках. Согласно критериям загрязненности морских донных осадков, принятым в Норвегии, содержание меди, цинка, марганца, кобальта, свинца, кадмия и ртути в донных осадках исследованных районов Баренцева моря соответствовало фоновым уровням [17]. Содержание никеля и хрома в верхнем слое донных осадков Центрального желоба, Мурманского мелководья, Центрального плато, Демидовской и Рыбачьей банок соответствовало критериям «умеренно загрязненные» донные осадки, на остальных станциях не превышало фоновые уровни (< 30 и < 70 нг/г сухой массы соответственно [17]. Содержание мышьяка в донных осадках на семи станциях соответствовало критерию «умеренно загрязненные» донные осадки, на остальных 16 – не превышало фоновый уровень (< 20 нг/г сухой массы) [17]. Максимальное содержание перечисленных двухвалентных микроэлементов обнаружено в донных осадках, представленных глиной и илами, тонкозернистая фракция которых превышала 80%.

Уровни накопления антропогенных радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в поверхностном слое донных осадков Баренцева моря в 2014 г. (промысловый район Демидовская банка) составляли 1,10±0,60 и 0,64±0,05 Бк/кг сухой массы, что соответствовало фоновым значениям удельных активностей изотопов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в открытых районах Баренцева моря [13].

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения донных осадков исследованных промысловых районов Баренцева моря в 2014 г. (рис. 2).



Рис. 2. Загрязняющие вещества в воде и донных осадках Баренцева моря в 2014 г.

В результате проведенных исследований установлено, что современный уровень загрязнения компонентов морской среды в исследованных районах Баренцева моря является незначительным и не окажет существенного влияния на состояние запасов промысловых видов гидробионтов в краткосрочной перспективе.

## Литература

1. Руководство по химическому анализу морских вод (РД 52.10.243-92). – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – 264 с.
2. Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях № 43. – М.: Гидрометеоздат, 1979. – 36 с.
3. Методы определения токсичных загрязняющих веществ в морской воде и донных осадках // Тр. ГОИН. – 1981. – Вып. 162. – 93 с.
4. Методические основы комплексного экологического мониторинга океана. – М.: Гидрометеоздат, 1988. – 98 с.
5. ICES Guidelines for Monitoring Contaminants in Fish and Shelfish and in Sediments/ Six Year review of ICES Coordinated Monitoring Programmes // Coop. Res. Report. – 1984. – №. 126. – P. 96–100.
6. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах рыбохозяйственного значения. – М.: Изд-во ВНИРО, 2011. – 257 с.
7. Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / Г. Г. Матишов, Л. Г. Павлова, Г. В. Ильин, Т. А. Щекатурина, О. Г. Миронов, В. С. Петров. – Апатиты, 1997. – 404 с.
8. Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 275 с.
9. Орлова И.Г. Хлорированные углеводороды в морских экосистемах. – СПб., 1992. – 107 с.
10. Chernyak S. M., McConnel L.L., Rice C.B. Fate of some chlorinated hydrocarbons in arctic and far eastern ecosystems in the Russian Federation // Sci. Total Environ. – 1995. – V. 160/161. – P. 75–85.
11. Nisbet I.C.T., Sarofim A.E. Rates and routes of transport of PCBs in the environment // Environ. Health Respect. – 1972. – V. 1. – P. 21–38.
12. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
13. Матишов Д.Г., Матишов Г.Г. Радиационная экологическая океанология. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2001. – 417 с.
14. Пересыпкин В.И., Александров А.В. Поступление и особенности распределения алканонафтенных углеводородов в донных осадках Кандалакшского залива Белого моря // Океанология. – 1996. – Т. 36. – № 5. – С. 727–734.
15. Гуревич В.И. Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. – М.: Научный Мир, 2002. – 135 с.
16. Soclo H.H., Garrigues Ph., Ewald M. Origin of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Coastal Marine Sediments: Case Studies in Cotonou (Benin) and Aquitaine (France) Areas // Mar. Poll. Bull. – 2000. – V. 40. – № 5. – P. 387–396.
17. Klassifisering av miljøkvalität i fjorder og kystfarvann. Veiledning / J. Molvæ, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // SFT Veiledning, 1997. – 97:03. – 36 pp. (In Norwegian).

УДК 581.526.323(265.54)

### Л.В. Жильцова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
Владивосток, 690091  
e-mail: lidiya.zhiltsova@tinro-center.ru

## ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАКРОФИТОБЕНТОСА ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Проведен анализ исследований макрофитобентоса залива Петра Великого с 1995 года до настоящего времени. Приводятся сведения о групповом составе и батиметрическом распределении донной растительности в диапазоне глубин 0,5–20 м.

**Ключевые слова:** макрофиты, залив Петра Великого, фитоценозы.



L.V. Zhiltsova

Pacific Research Fisheries Centre (TINRO-centre),  
Vladivostok, 690091  
e-mail: lidiya.zhiltsova@tinro-centre

## ECOLOGICAL – PHYTOCENOSIES MACROPHYTOBENTHOS FEATURES OF PETER THE GREAT BAY (JAPAN SEA)

Results of macrophytobenthos in Peter the Great Bay obtained in the period from 1995 to nowadays were analyzed. The information about group composition and bathymetric distribution of benthic vegetation in the depth range of 0.5-20 m was provided.

**Key words:** macrophytes, Peter the Great Bay, phytocenosis.

Исследования акватории залива Петра Великого проводили методом гидробиологической съемки преимущественно в диапазоне глубин 0,5–20 м. При взятии альгологических проб определяли характер грунта, глубину произрастания, проективное покрытие дна растительностью. При обработке количественных проб определяли видовой состав водорослей, их биомассу, экологический состав по признакам сапробности, встречаемости, продолжительности вегетации. В подавляющем большинстве обследованию подвергалась сублитораль до глубины 20 м. Несомненно, что многие виды, особенно редко встречающиеся, не всегда попадали в водолазные сборы. Не учтены трудноопределимые и виды, представленные ювенильными растениями и фрагментами. Сказывается также сезонность проводимых работ и сроки вегетации отдельных видов. То есть индекс видового сходства в межгодовом аспекте в значительной степени определяется недоучетом флоры в период проведения учетных съемок. В период наших исследований мы ежегодно фиксировали от 40 до 93 видов.

Видовой состав макрофитов залива Петра Великого изучен довольно хорошо [1–8 и др.]. К настоящему времени определены запасы морской травы zostеры [9], агароносной красной водоросли анфельции [10], бурой ундарии [11]. Для флоры залива указывается 65 семейств, 161 род и около 230 видов водорослей, относящихся к 3 отделам: Rhodophyta – красные, Phaeophyta – бурые, Chlorophyta – зеленые. Морские травы представлены 3 видами. В зависимости от сезона доля красных колебалась от 38 до 60%, бурых – от 11 до 30% и зеленых от 15 до 29% от общего количества. Значения коэффициентов встречаемости показали, что максимальной константностью (100%) характеризуются только 6% видов. Их доля высока у Rhodophyta (57%) и минимальна у Phaeophyta (13%). Существенной характеристикой биоразнообразия флоры района исследований является присутствие в ней видов с разным сроком вегетации: многолетних (*Saccharina*, *Sargassum*, *Tichocarpus*, *Ahnfeltia* и др.) однолетних (*Costaria*, *Desmarestia*, *Polysiphonia* и др.) и эфимерных (*Kornmannia zostericola*, *Halothrix lumbricalis*, *Undaria pinnatifida*, *Gelidium pasifica* и др.). Наиболее высока доля эфемероидов (порядка 50%) [12]. Полисапробные виды более чем на 50% представлены зелеными водорослями, а доля красных в этой группе составляла порядка 11%. Среди олигосапробных видов преобладали красные – 53,6% при малой доле зеленых – 6,1%. Бурые водоросли в этих группах занимают промежуточное положение. В мезасапробной группе доли красных (51, %) и бурых (42,5%) близки в количественном отношении, а зеленые составляли 6,2%. В анализируемой флоре массовые и часто встречающиеся виды играют заметную роль при формировании фитоценозов, а редкие (например, *Bonnemaisonia hamifera*) и единичные виды (например, *Ralfsia longicellularis*, эндемик) оказывают влияние на биоразнообразие. На грунте было отмечено около 96% от всего видового состава. 52% встреченных видов произрастают только на грунте, а 48% осваивают другие субстраты.

Макрофиты в заливе Петра Великого распределяются вдоль берега и по глубинам неравномерно – полосами и пятнами, что определяется обширным распространением мягких грунтов. Основу растительных сообществ формируют (в моно-и полидоминантных зарослях) доминирующие по проективному покрытию дна, частоте встречаемости и биомассе виды. Групповое произрастание имеет преимущество по всему заливу, несмотря на негативный эффект от плот-

ности поселения. Причем при формировании смешанных зарослей важную роль играет аллелопатическое влияние водорослей друг на друга (некоторые виды не могут произрастать вместе) и способность одних видов перерастать других (ярусность). Вертикальное распределение характеризуется четкой зональностью – наблюдается смена видового состава и обилия в сторону уменьшения в диапазонах глубин 5–10 > 10–15 > 15–20 м. Вклад водорослей разных отделов в фитocenозы в границах фитали значительно варьирует. Больше всего варьирование состава фитocenозов наблюдается в нижней литорали и верхней сублиторали на глубинах до 10–15 м, так как эта зона характеризуется высокой экологической дискретностью вследствие большой совокупности действующих факторов. Наибольшее количественное развитие зеленые водоросли получают в диапазоне глубин 0,5–1 м, бурые – 0,5–3 м, красные – 8–10 м. Максимальное разнообразие ведущих (58%), сопутствующих (21%) и сезонных (21%) растений приурочено к горизонту 4–9 м. Максимум однолетних видов водорослей отмечен на глубинах 0,5–3 м. По результатам эколого-флористического анализа фиторазнообразие островной зоны наиболее высоко: фитocenозы островных участков > Уссурийского залива > Амурского залива. Видовое сходство между ними по индексу Чекановского – Сьеренсена, соответственно, 0,81 и 0,73. Основным компонентом большинства экологических группировок являются красные водоросли (*Gloipeltis furcata*, *Polisiphonia*, *Ptilota*, *Grateloupia divaricata*, *Palmaria stenogona* и др.).

В структуре макрофитобентоса залива Петра Великого доминируют по биомассе многолетние фитocenозы анфельции и zostеры. Анфельция формирует в настоящее время в заливе 7 полей (в б. Андреева поля, как такового, по результатам исследований 2013–2014 гг. больше не существует). В их структуре доля доминанта – анфельции составляет более 85%. Так как в многолетнем аспекте основу пластов анфельции в заливе Петра Великого составляют практически одни и те же виды (порядка 30), это характеризует их как высокоорганизованные устойчивые сообщества. Различия, в основном, касаются только численности этих видов и выраженности субдоминирования по годам. Известно, что случайно организованные или находящиеся в депрессии сообщества (под влиянием негативных факторов) менее устойчивы к внедрению новых видов [13].

Следует отметить повсеместно значительное сужение границ распространения многолетнего фитocenоза zostеры, наряду с чем выявлено и снижение биомассы. Если в 70-х годах прошлого столетия заросли zostеры в проливе Старка характеризовали как заросли с высокой биомассой на единицу площади [14], то в настоящее время заросли прерывисты, с пятнистым распределением. Проективное покрытие дна варьирует от 10 до 40%, биомасса – от 0,8 до 4,0 кг/м<sup>2</sup>. Для фитocenоза *Zostera marina*+*Sargassum miyabei*, сформированного у м. Красного (Амурский залив), отмечены признаки антропогенной трансформации флоры под воздействием эвтрофикации [15]. В бухтах Суходол, Баклан и Троицы также наблюдается значительное сокращение зарослей zostеры. Причем отмечается увеличение в них долей *S. cichorioides* и кораллиновых водорослей. Наибольшие значения индексов видового разнообразия и выравненности zostеровых фитocenозов наблюдали в 2000 г. (H = 1,52 бит/г, e = 0,59) и наименьшее – в 2009 г. (H = 0,87 бит/г, e = 0,39). По результатам рангового теста общая биомасса фитocenоза zostеры наиболее высока на глубинах 0,5–3,5 м, а минимальна на 8–10 м. Среднегодовая биомасса изменилась от 4,6 (2000 г.) до 2,5 кг/м<sup>2</sup> (2011 г.). Наибольшая доля вида (zостеры) в данном фитocenозе зафиксирована в 2002 г. – 89%.

Среди макрофитов залива широко распространено явление эпифитизма, причем все отделы имеют своих представителей в роли эпифитов. Эпифиты крайне редко видоспецифичны по отношению к базифиту. В качестве базифитов было отмечено до 40% видов. Чаще других – *Costaria*, *Tichocarpus*, *Coccolophora*, *Phyllospadix* и виды *Codium*, *Sargassum*, *Zostera*, причем наибольшее количество эпифитов поселяется на водорослях с более длительным циклом развития, что не противоречит литературным данным [16]. Из крупных эпифитов следует отметить *Saccharina cichorioides*, обитающую на анфельции, с биомассой до 2,2 кг/м<sup>2</sup> при длине пластины, достигающей 3 м. Сложноразветвленный тип таллома многолетней анфельции благоприятен для эпифитирования [17], а сильно разветвленные тонкие ризоиды эпифита сахарины способны прочно удерживаться на базифите. При максимальном эпифитировании по нашим данным на 1 м<sup>2</sup> анфельции приходится 5,52 м<sup>2</sup> сахарины. То есть коэффициент эпифитирования в консорции анфельция – сахарина очень высок (самый высокий для залива Петра Великого) и составляет порядка 5,52. Совокупности эпифит – макрофит можно рассматривать как консорции. Консорция

эпифитов – своеобразный фитоценоз, аналогичный донному. В условиях дефицита твердого субстрата один вид предоставляет дополнительную экологическую нишу для другого. Отмечаются также растения свободные от эпифитов: *Desmarestia viridis*, *Gloiopeltis furcata*, имеющие механизмы защиты от обрастаний. Крупные эпифиты (сахарина цикориевидная, птилопа папоротниковидная) формируют своеобразные «заросли» и создают специфическую среду, влияющую как на обменные процессы самого базифита, так и обеспечивающую убежища и пищу для оседлого и мигрирующего макро-и мейобентоса. Более тесно ассоциированные с базифитом, «прижатые» к нему эпифиты (нитчатые, красные), влияют на дальнейшее обрастание, способствуя или препятствуя прикреплению других организмов. В исследуемый период общая биомасса эпифитов варьировала от 0,1 до 43,2 г/м<sup>2</sup> и формировалась за счет *Kornmannia*, *Leptoderma*, *Monostroma grevillei*, *Ptilota filicina*, *Polysiphonia japonica* и была максимальной для эпифита анфельции – сахарины цикориевидной. В районах среднего и сильного загрязнения [18] эпифитов отмечалось меньше, и были представлены они в основном видами *Ulva* (ранее – *Enteromorpha*).

Следует отметить, что за последние годы общее количество видов макрофитов относительно сходно по районам, тогда как видовой состав изменяется существенно. Особенно это изменение заметно по состоянию растительности Амурского залива, в кутовой части которого отмечается трансформация отдельных видов [19, 20]. Отмечена практически по всему заливу возрастающая роль видов рода *Desmarestia*, преимущественно таксона *D. Viridis*, наиболее пластичного к условиям среды. Для таксонов рода прослеживается некоторая пространственная специфика: на северных участках залива более обычна *Desmarestia viridis*, а в направлении к югу ее участие становится сопоставимым с *D. ligulata*. Трофическая характеристика и степень загрязнения также сказываются на их распространении: десмарестия язычковая чаще обитает в эвтрофных водах, а десмарестия зеленая – в олиготрофных. Известно, что под действием хронического загрязнения происходит поэтапная антропогенная трансформация макрофитобентоса [21]. На первом ее этапе происходит компенсаторное замещение бурых и красных водорослей зелеными (что наблюдается в кутовой части Амурского залива). На втором – уменьшается общее количество видов, в большей степени красных. Доли красных и бурых водорослей (доля бурой десмарестии возрастает практически по всему заливу) становятся приблизительно равны, а доля зеленых достигает уже 50%, хотя относительно устойчивое состояние флоры еще сохраняется. На третьем этапе, если доля зеленых превышает 50%, а доля бурых (около 9%) значительно меньше доли красных (41%), процесс разрушения макрофитобентоса приобретает необратимый характер (по нашим наблюдениям – на отдельных участках в кутовой части Амурского залива, Золотом Роге и в районе б. Горностай). Наблюдается выпадение из состава флоры продуктивных полисапробных видов со сложной анатомо-морфологической организацией и доминирование низкопродуктивных видов (Амурский залив, районы бухт Горностай, Тихая, Славянка, Новик).

В отдельных районах залива Петра Великого водоросли-макрофиты образуют вместе с бентическими животными перифитонные сообщества. Их дно практически полностью лишено растительности, а перифитонная флора включает только сезонные формы водорослей. Высокий уровень эвтрофирования вод обусловил существование здесь высокоустойчивых к загрязнению макрофитов: видов *Ulva*, *Ceramium*, *Urospora*, *Bangia* (в кутовой части Амурского залива, заливе Находка, участки в бухтах Горностай, Аякс, Новик, Славянка, Золотой Рог и др.).

Для фитоценозов залива Петра Великого характерны поли- и монодоминантный состав, наличие синузии эпифитов, высокое разнообразие сопутствующих видов. Проективное покрытие дна растительностью колеблется от единичных экземпляров до 100%. Биомасса фитоценозов варьирует в широких пределах и зависит от плотности поселений макрофитов, лишь в поселениях сахарины, анфельции, зостеры и филлоспадикса может достигать больших значений.

Основным компонентом большинства экологических групп являются красные водоросли. Разнообразие зеленых с увеличением глубины уменьшается, красных – увеличивается, а бурых – достоверно не отмечается ни то, ни другое (причем на глубинах 10–20 м явно доминирует десмарестия – 75%). Наибольшее количественное развитие бурые водоросли получили на 0,5–3 м, красные – на 10 м, зеленые – 1 м.

На глубинах 1–10 м растительность представлена в основном морскими травами, ульвовыми, ламинариевыми, саргассовыми. На глубинах от 10 до 20 м эти виды практически отсутствуют и значительную часть составляют десмарестия и корковые водоросли. Наибольшее разнообразие ведущих, сопутствующих, сезонных видов приурочено к горизонту 10 м. Макси-

мум однолетних водорослей зарегистрирован на 0,5 и 10 м. Среди видов-содоминантов лидируют бурые, а в их экологической структуре – все группы водорослей разной продолжительности вегетации.

Различия горизонтального распределения водорослей выражается в изменении их композиций от одного участка берега к другому, особенно по мере изменения характера защищенности берега. Различия вертикального распределения определяются, прежде всего, изменением с глубиной доминирующих видов (по их отношению к свету).

### Литература

1. Зинова Е.С. Водоросли Японского моря (бурые) // Изв. Тихоок. науч. пром. станции. – Т. 3. – Вып. 4. – 1929. – 63 с.
2. Зинова Е.С. Водоросли Японского моря: Красные водоросли (Rhodophyceae). – М.: 1940. – 164 с.
3. Суховеева М.В., Паймеева Л.Г. Видовой состав, распределение, водорослей и морских трав в Амурском заливе (Японское море) // Известия ТИНРО. – Т. 92. – 1974. – С. 133–152.
4. Макиенко В.Ф. Водоросли-макрофиты залива Восток (Японское море) // Биология. – 1975. – № 2. – С. 45–47.
5. Перестенко Л.П. Водоросли залива Петра Великого. – Л.: Наука, 1980. – 232 с.
6. Гусарова И.С. Растительность побережья южной части острова Попова (залив Петра Великого) // Состояние, экология и условия обитания гидробионтов Дальневосточного морского заповедника / ДВО АН СССР. – Владивосток, 1992. – С. 50–59.
7. Перестенко Л. П. Красные водоросли дальневосточных морей России. – СПб.: Ольга. – 1994. – 331 с.
8. Скрипцова А.В., Левенец И.Р. Сезонная динамика макрофитобентоса б. Соболь (зал. Петра Великого, Японское море) // Проблемы и перспективы современной науки: Сб. науч. тр. – Томск: ТГУ, СГМУ. – 2008. – Вып. 1. – С. 124–126.
9. Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного Рыбохозяйственного бассейна. Прогноз общего вылова гидробионтов на 2012 г. (краткая версия). – Владивосток: ТИНРО-центр, 2011. – 320 с.
10. Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д., Галак И.И. Современное состояние промысла анфельции тобучинской *Ahnfeltia tobuchiensis* (Kanno et Matsub.) Mak. в Приморье // Вопросы рыболовства. – Т. 7, № 1(25). – 2006. – С. 126–136.
11. Скрипцова А.В. Биология и экология *Undaria pinnatifida* (Phaeophyta) в заливе Петра Великого Японского моря // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы науч. конф., посв. 70-летию С.М. Коновалова // Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. – С. 254–258.
12. Клочкова Н.Г. Водоросли-макрофиты дальневосточных морей России: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 1998. – 50 с.
13. Поликарпов И.Г., Бурковский И.В. Эксперименты по интродукции нового вида в сообществах простейших // Зоол. журнал. – Т. 71, № 5. – 1992. – С. 5–8.
14. Паймеева Л. Г. Распределение зарослей zostеры в заливе Петра Великого // Известия ТИНРО. – 1973. – Т. 87. – С. 145–148.
15. Скрипцова А.В., Калина Т.Л., Набивайло Ю.В. Оценка состояния сообщества *Zostera marina*+*Sargassum* в условиях антропогенного загрязнения // Известия ТИНРО. – Т. 174. – С. 257–270.
16. Tokida J. Marine Algae epiphyticon Laminariales plants // Rep. Bull. Fac/ Fish. Hokk. Univ. – № 3. – 1960. – P. 73–105.
17. Ballantine D.L. The distribution of algae epiphytes on macrophytes hosts Offshore from La Parguera, Puerto Rico // Bot. Mar. – 1979. – V. 22. – P. 107–111.
18. Огородникова А. А. Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. – Владивосток: ТИНРО – центр, 2001. – 193 с.
19. Гусарова И.С. Антропогенная трансформация растительности Северной части Амурского залива в условиях хронического загрязнения // Экологические проблемы использования прибрежных морских акваторий: Материалы междунар. научн.-практ. конф. Владивосток, 26–28 октября 2006 г. – Владивосток: Изд-во ДВГУ. – 2006. – С. 96–98.

20. Коженкова С. И., Христофорова Н. К., Гордеева В. С., Саломай М. С. Распространение и экология зеленых водорослей рода *Enteromorpha* в Амурском заливе // Экологические проблемы использования прибрежных морских акваторий: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: Изд-во ДВГУ. – 2006. – С. 106–109.

21. Березовская В. А. Макрофитобентос как показатель состояния среды в прибрежных водах Камчатки: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – Владивосток, 2002. – 46 с.

УДК 502.51(282.247.36)

**И.А. Ильченко**

*Таганрогский институт управления и экономики,  
Таганрог, 347900  
e-mail: i.a.ilchenko@rambler.ru*

### **ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДЫ В РЕКЕ ДОН**

Предложена и апробирована методика интегральной оценки качества воды водных объектов на основе гидрохимических показателей. Качество воды было оценено путем сравнения площадей областей адекватности, построенных по величинам частных показателей качества для реальной воды и для воды, которая по частным показателям качества удовлетворяет критериям предельно допустимой концентрации. Показано, что для адекватной оценки качества необходим учет гидрохимических, органолептических и др. характеристик воды. Для получения общей характеристики экологического состояния водного объекта необходима единая система мониторинга с применением одинаковых методик проведения исследований, обработки и интерпретации полученных результатов.

**Ключевые слова:** оценка экологического состояния, гидрохимические показатели, безопасность, качество воды.

**I.A. Pchenko**

*Taganrog institute of management and economy,  
Taganrog, 347900  
e-mail: i.a.ilchenko@rambler.ru*

### **INTEGRAL ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF WATER IN THE RIVER DON**

Methodology of integrated assessment of water bodies' quality based on hydro chemical indicators was proposed and approved. The quality of the water was assessed by comparing the squares of the areas of adequacy, built due to the private values of quality indicators for real water and for water, which meets the criteria for the maximum allowable concentration due to the private quality indicators. It is shown that the inclusion of hydrochemical, organoleptic and others characteristics of water is necessary for an adequate assessment of its quality. Unified monitoring system using the same methods of research, processing and interpretation of results is required to obtain the general characteristics of the ecological status of the water body.

**Key words:** assessment of the environmental status, hydro chemical indicators, safety, water quality.

Поддержание необходимого уровня качества природных объектов предполагает наряду с мониторингом и проведение оценки их экологического состояния, в связи с чем необходимо постоянное совершенствование используемых методик оценки качества этих объектов по критериям полноты и достоверности. Согласно действующим нормативам [1], экологическое состояние

воды в водных объектах определяется на основании удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) и класса качества воды. Наблюдение за изменениями в состоянии водной среды изучаемого объекта осуществляется на основании динамики показателей комплексной оценки, таких как коэффициент комплексности загрязненности воды  $K$ , который рассчитывается сначала для каждого результата анализа и характеризует комплексность загрязненности воды в пробе, створе, пункте, водотоке и т.д. Далее аналогично рассчитываются коэффициенты комплексности загрязненности воды по значениям концентраций, соответствующих высокому и экстремально высокому уровням загрязнения. С помощью комбинаторного индекса загрязненности воды оценивается степень ее загрязненности по комплексу загрязняющих веществ и устанавливается класс качества воды. Применение данных показателей основано на подсчете количества проб воды с превышением ПДК загрязнителей, а также количества проб, соответствующих критерию средней кратности превышения ПДК. Следовательно, главным недостатком метода комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям является отсутствие учета полного спектра загрязнителей и вклада в качество воды тех из них, концентрации которых не превышают ПДК. В то же время использование поверхностных водоемов для хозяйственно-питьевого водоснабжения, для целей рекреации и орошения как среды жизни для гидробионтов вызывает необходимость в рассмотрении и учете всех характеристик воды, влияющих на ее качество, что и определяет актуальность данного исследования. Цель данной работы заключалась в поиске и апробации методики определения качества воды в водных объектах. Объектом исследования являлась вода реки Дон, используемая для нужд производства, хозяйственно-питьевого водоснабжения, сельского хозяйства, орошения, рыбного хозяйства и транспортной отрасли, предмет исследования – оценка экологического состояния донской воды на разных участках реки по данным гидрохимического мониторинга.

Для оценки качества речной воды была использована методика на основе системного подхода, разработанная ранее для оценки качества атмосферного воздуха [2]. Качество системы в целом можно оценивать с помощью обобщенного показателя качества системы  $Y$ , представляющего собой вектор  $Y = \langle y_1, y_2, \dots, y_n \rangle$ , компонентами которого выступают показатели отдельных существенных свойств системы [3]. Для воды существенными свойствами или частными показателями качества являются концентрации в ней соответствующих загрязнителей. Совокупность значений этих показателей образует область адекватности  $\delta$ , которая выступает в роли интегральной характеристики качества системы. Безопасность воды целесообразно оценивать с помощью критерия пригодности  $K_{приг}$ , согласно которому система считается пригодной, если значения всех частных показателей ее качества принадлежат области адекватности  $\delta$ , а радиус области адекватности соответствует допустимым значениям всех частных показателей [3]. Результирующее действие разных загрязнителей на организм человека учесть достаточно трудно, но благодаря переводу их в безразмерные величины относительно ПДК можно найти способ оценки качества системы с точки зрения ее безопасности. Расчет величин площадей областей адекватности пригодной, т.е. безопасной, воды и реальной донской воды выполнен по методике [2]. Для проведения оценки были использованы результаты гидрохимического мониторинга донской воды на разных участках [4–8]. Для оценки степени соответствия речной воды требованиям безопасности на основе критерия пригодности системы был использован коэффициент безопасности системы  $K_B$ , представляющий собой отношение площадей областей адекватности реальной воды  $S_{реал}$  и экологически безопасной воды  $S_{приг}$ :

$$K_B = \frac{S_{реал}}{S_{приг}}. \quad (1)$$

Критерием безопасного использования речной воды является условие:

$$K_B \leq 1. \quad (2)$$

В противном случае среда является неблагоприятной.

Для оценки степени соответствия или несоответствия качества воды действующим нормативам можно считать, что требуемый уровень качества удовлетворяет критерию безопасности воды, т.е.  $K_B = 1$ . Тогда степень соответствия качества  $R$  можно определить по формуле:

$$R = \frac{K_B - 1}{1} \cdot 100\% , \quad (3)$$

где  $R$  – степень соответствия качества критериям безопасности.

Если  $R > 0$ , то качество ниже требуемого по критериям безопасности, а в случае  $R < 0$  качество по параметрам безопасности лучше требуемого.

Река Дон протекает по территориям Тульской, Липецкой, Воронежской, Волгоградской и Ростовской областей, поэтому изучение характера изменения экологического состояния реки на всем ее протяжении представляет интерес с точки зрения нормирования экологической нагрузки в отдельных регионах и оценки вклада каждого региона и разных водопользователей в общее загрязнение реки. Однако проведение такой оценки оказалось затруднительным вследствие отсутствия необходимых данных мониторинга в отчетных документах Тульской, Липецкой и Волгоградской областей [4, 5, 7], поэтому характер изменения степени загрязнения донской воды удалось получить только для водозаборов на входе и выходе реки из Воронежской области и для водозабора в Ростовской области.

Состояние воды в реке Дон в Тульской области исследовалось из двух створов контроля качества поверхностных вод [4], первый из которых расположен у моста в 5 км выше г. Донской и в 2 км к востоку от г. Новомосковска, а второй водозабор находится на 23 км ниже г. Донской и на 1,2 км ниже впадения реки Донец. В обоих створах вода в целом была отнесена к 4 «Б» классу как «грязная». По данным Минприроды Липецкой области [5], основными загрязняющими веществами реки Дон в этой области в 2013 г. являлись азот нитритный, азот аммонийный, железо общее, содержание органических веществ (БПК<sub>5</sub>, ХПК), нефтепродукты, фосфаты, сульфаты, медь, цинк, марганец.

На территории Воронежской области мониторинг реки Дон осуществляется в двух местах – после г. Воронеж и на выходе из Воронежской области. В 2013 г. в донской воде в районе с. Малышево, расположенного по течению ниже стоков МУП «Водоканал» г. Воронежа, в 2013 г. были обнаружены следующие загрязнители [6]: соединения меди – 2,1 ПДК, нефтепродукты – 1,0 ПДК, азот нитритный – 1,05 ПДК. Величина БПК<sub>5</sub> составила 1,26, а ХПК – 1,69. Концентрации железа общего, азота аммонийного, фенольных соединений, соединений цинка, АСПАВ, фосфатов, средняя концентрация сульфатов и минерализация не превышали ПДК. На рис. 1 приведено изображение диаграмм частных показателей состояния воды этого водоемисточника для

безопасных и реальных условий. Границы диаграммы со значениями  $\frac{C_i}{ПДК_i} = 1$  образуют радиус области адекватности  $\delta$ , которая отвечает требованиям экологической безопасности, а ее площадь равна  $S_{приз}$ . Согласно расчетам, проведенным по формулам, приведенным в [2], и формулам 1–3, для донской воды в данном створе реки  $S_{приз} = 2,3775$ ,  $S_{реал} = 4,8240$ ,  $K_B = 2,029$ . Значение  $K_B$  выше 1, поэтому воду нельзя считать безопасной, а уровень загрязнения воды почти в 2,03 раза превышает допустимый.  $R = 102,9\%$ .

В донской воде, взятой вблизи с. Новая Калитва (на выходе из Воронежской области), в 2013 г. были зафиксированы следующие загрязнители [6]: соединения меди – 2,9 ПДК, железо общее – 1,3 ПДК, концентрация нефтепродуктов – 1,2 ПДК. Величина БПК<sub>5</sub> составила 1,0, а ХПК – 1,39. Концентрации азота аммонийного и азота нитритного, фенольных соединений, соединений цинка, АСПАВ, фосфатов, средняя концентрация сульфатов и минерализация не превышали ПДК. Для воды в этом месте реки  $S_{приз} = 2,3775$ ,  $S_{реал} = 5,6827$ ,  $K_B = 2,390$ .  $R = 139\%$ . Величина  $K_B$  повышается относительно значения  $K_B$  для донской воды, взятой после Воронежа, что свидетельствует об увеличении уровня загрязнения реки (рис. 2).

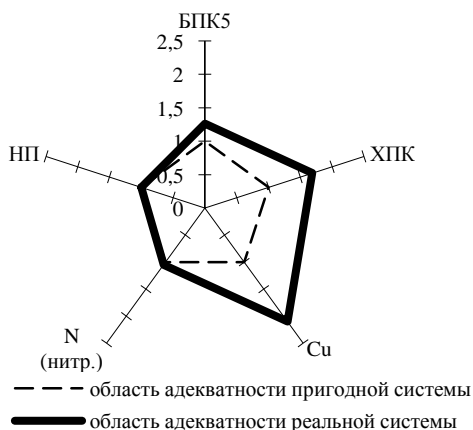


Рис. 1. Диаграммы частных показателей состояния воды из р. Дон в с. Малышево Воронежской области в 2013 г. для безопасных и реальных условий

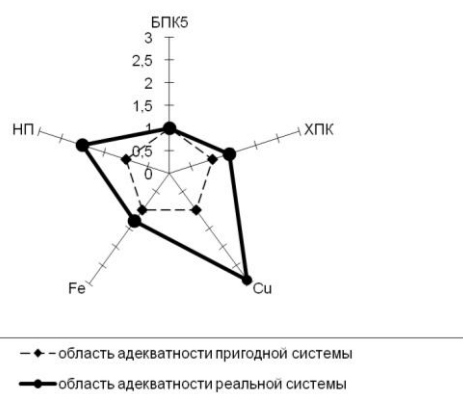


Рис. 2. Диаграммы частных показателей состояния воды из р. Дон в с. Новая Калитва Воронежской области в 2013 г. для безопасных и реальных условий

Мониторинг состояния донской воды на территории Волгоградской области не проводился.

В Ростовской области в донской воде в районе х. Дугино, где расположены водозаборные пункты для водопроводной сети г. Таганрога [9], в 2013 г. были обнаружены такие загрязнители [8]: соединения меди – 2,92 ПДК, железо общее – 1,13 ПДК, концентрация нефтепродуктов – 0,94 ПДК, средняя концентрация сульфатов – 2,29 ПДК. Величина БПК<sub>5</sub> составила 1,5, а ХПК – 2,2. Водородный показатель среды рН регистрировался в диапазоне 7,10–8,62 с уклоном в сторону щелочной реакции среды. Кислородный режим можно считать удовлетворительным: средняя величина растворенного в воде кислорода составила 9,23 мг/дм<sup>3</sup>. УКИЗВ оказался равен 3,78, состояние воды в целом соответствует классу 3 «Б», т. е. «очень загрязненная».

Качество этой воды характеризуется следующими показателями:  $S_{приг} = 2,598$ ,  $S_{реал} = 9,0274$ ,  $K_B = 3,928$ .  $R = 292,8\%$ . Вода экологически опасна, а ее качество на  $\approx 293\%$  хуже допустимого (рис. 3).

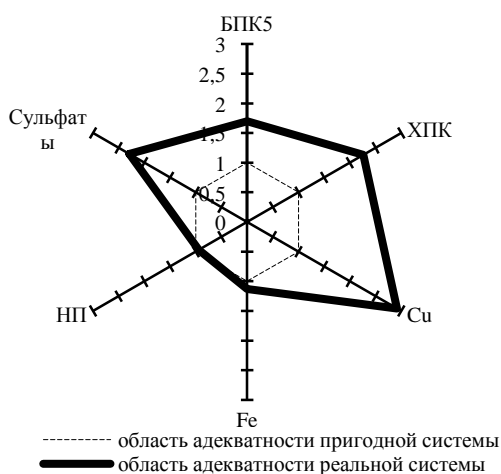


Рис. 3. Диаграммы частных показателей состояния воды из р. Дон в х. Дугино Ростовской области в 2013 г. для безопасных и реальных условий

Таким образом, для оценки уровня загрязнения рек и др. водных объектов, степени их экологической опасности или безопасности, а также их качества можно использовать предложенный коэффициент безопасности  $K_B$ , учитывающий вклад всех загрязнителей и позволяющий соотнести существующий уровень загрязнения воды с уровнем, согласующимся с действующими санитарно-гигиеническими правилами и нормами. Для адекватной оценки качества необходим учет как гидрохимических, так и органолептических и других характеристик

воды, что вполне осуществимо с помощью использованной методики. Величины значений коэффициента безопасности  $K_B$  донской воды, вычисленные на основе гидрохимических показателей воды для водозаборов, расположенных на территории Воронежской и Ростовской областей, обнаруживают тенденцию ухудшения качества воды при продвижении от верховья к нижнему течению, что объясняется увеличением объемов поступления загрязнителей от всех направлений эксплуатации реки, а также поступлением загрязнителей с тальми водами (доля снегового питания для реки Дон достигает 70% [10]). Следует отметить, что для получения общей характеристики экологического состояния водного объекта необходима единая система мониторинга с применением одинаковых методик проведения исследований, обработки и интерпретации полученных результатов.



## Литература

1. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – СПб.: Гидрометеоздат, 2002. – 54 с.
2. Ильченко И.А. Оценка безопасности воздушной подсистемы городской экосистемы в условиях химического загрязнения // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2011. – № 5. – С. 62–66.
3. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 368 с.
4. Анищенко Е.А. Доклад об экологической ситуации в Тульской области за 2013 год. – Тула: Министерство природных ресурсов и экологии Тульской области, 2014. – 91 с.
5. Состояние и охрана окружающей среды Липецкой области в 2013 году. Доклад / Отв. ред. Е.В. Бадулина. – Липецк: ООО «Веда социум», 2014. – 232 с.
6. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2013 году / Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2014. – 192 с.
7. Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2013 году / Ред. колл.: П.В. Вергун и др.; Министерство природных ресурсов и экологии Волгоградской области. – Волгоград: Изд-во «СМОТРИ», 2014. – 300 с.
8. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2013 году. Экологический вестник Дона / Под общ. ред. В.Н. Василенко, Г.А. Урбана, А.Г. Куренкова, С.В. Толчеевой, С.Ю. Покуля. – Ростов/н/Д.: ООО «Синтез технологий», 2014. – 378 с.
9. Ильченко И.А. Система водообеспечения г. Таганрога: проблемы функционирования и направления совершенствования // Вестник Таганрогского института управления и экономики. – 2011. – № 2 (14). – С. 89–95.
10. Соколов А.А. Гидрография СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1952. – 287 с.

УДК [597.552.511:591.543.43](265.52)

**В.И. Карпенко, К.А. Лисова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003,  
e-mail: infallible007@yandex.ru*

### **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В ПЕРИОД АНАДРОМНЫХ МИГРАЦИЙ В 1993–1999 ГГ.**

Данная работа содержит биологическую характеристику основных промысловых видов – горбуши, кеты и нерки в период анадромных миграций в прикамчатских водах в первые годы работы японского научно-исследовательского флота с 1993 по 1999 гг.

**Ключевые слова:** прикамчатские воды, анадромные лососи, длина, масса, гонадо-соматический индекс, соотношение полов.

**V.I. Karpenko, K.A. Lisova**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: infallible007@yandex.ru*

### **THE BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TIKHOOKEANSKIKH SALMON DURING ANADROMOUS MIGRATIONS IN 1993–1999**

This work contains the biological characteristics of the main commercial species – pink, chum salmon and sockeye salmon during anadromous migrations in Kamchatka waters in the early years of Japanese research fleet from 1993 to 1999.

**Key words:** Kamchatka waters, anadromous salmon, length, weight, gonado-somatic index, sex proportion.

Тихоокеанские лососи рода *Oncorhynchus* (семейство Salmonidae) населяют северную часть бассейна Тихого океана и прилегающие районы бассейна Ледовитого океана. Род включает 6 видов, среди которых наибольшее промысловое значение в азиатской части ареала имеют три вида: горбуша – *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum), кета – *O. keta* (Walbaum) и нерка (или красная) – *O. nerka* (Walbaum). Они всегда были в зоне пристального внимания исследователей не только из-за своей высокой численности, но и вследствие этого большей доступности для лова и обеспечения пищей населения дальневосточных и других регионов РФ и других стран Азии.

Основные исследования этих рыб в первые годы открытия Дальнего Востока включали пресноводный период жизни лососей, а изучение морского периода началось лишь с 1950-х годов, причем первые работы были посвящены анадромным миграциям тихоокеанских лососей [1]. Последующие исследования включали уже другие периоды морской жизни, однако в конце 1980-х и начале 1990-х изучение анадромного периода жизни вновь было возобновлено. В этот период особенно активизировались работы, проводимые на японских научно-исследовательских судах с участием советских и российских ученых.

Основные публикации, которые были подготовлены по результатам рейсов, проведенных в этот период, в основном касались двух важных вопросов: изучение динамики подходов к районам воспроизводства лососей, а также дифференциации анадромных потоков и выделение стад и популяций в смешанных морских уловах [2–4]. Традиционная биологическая структура этих скоплений затрагивалась реже, в частности, обычно она рассматривалась менее детально.

Настоящая работа посвящена биологической характеристике основных промысловых видов – горбуши, кеты и нерки в период анадромных миграций в прикамчатских водах в первые годы работы японского научно-исследовательского флота с 1993 по 1999 гг.

Материалом для настоящей работы послужили данные стандартных биологических анализов тихоокеанских лососей – горбуши, кеты и нерки, собранные первым автором и сотрудниками КамчатНИРО в мае – июле 1993–1999 гг. на японских научно-исследовательских судах. Авторы выражают благодарность всем участвующим в сборе материалов в данных районах исследований. Лов лососей производился дрефтерными сетями, выставляемыми вечером и вынимаемыми в первой половине следующего дня с застоем не менее 10 часов. Основные данные были собраны из контрольных сетей ячеей 55 (или 110) мм, из сетей с другой ячейей собирались обычно лишь дополнительные данные по кете и нерке.

Основными районами исследования два региона Исключительной экономической зоны РФ:

- 1) ЮЗБМ – юго-западная часть Берингова моря (район № 1);
- 2) СЗТО – акватория Тихого океана у северных Курильских о-вов (район № 3).

Биологический анализ включал: измерение длины АС и АД (см), определение массы целой и поротой рыбы (г), половую принадлежность и вес гонад (г). Кроме того, фиксировались повреждения, аномалии, зараженность и собирались иные специальные материалы, результаты которых в настоящей работе не анализируются.

На основе результатов биологического анализа была создана база данных в программе М. Excel, в которой выполнялись все вычисления. Результаты, полученные в ходе различных статистических расчетов, были проанализированы и сравнены с известными литературными данными.

В юго-западной части Берингова моря горбуша обычно встречалась в уловах, начиная со второй декады июня. В течение всего периода исследований длина самцов горбуши изменялась от 38,5 до 58 см, составляя в среднем 45,7 см, а масса от 640 до 2450 г, в среднем – 1265 г. Эти показатели самок были несколько ниже: длина изменялась от 39,5 до 55 см (средняя 44,9 см), а масса 750–2250 г (средняя – 1186 г) (табл. 1).

В северо-западной части Тихого океана горбуша в уловах появлялась на неделю позднее, чем в Беринговом море. Длина самцов изменялась от 36 до 56 см, составляя в среднем 46,9 см, а масса от 680 до 2010 г, в среднем – 1298 г. Самки были лишь несколько мельче: длина варьировала от 38,5 до 54 см, составляя в среднем 46,3 см, а масса изменялась от 770 до 2100 г, в среднем – 1216 г (табл. 1). Горбуша, как вид с наименьшей продолжительностью жизни имела стабильный возрастной состав – в обоих районах (юго-западной части Берингова моря и у северных Курильских о-вов) встречены особи возраста только 0.1.

Гонадо-соматический индекс (ГСИ) (табл. 4) горбуши имеет одни из наиболее высоких показателей среди тихоокеанских лососей. Так, за весь период наблюдений в Беринговом море

средние значения ГСИ были выше и колебались от 4,87 до 10,12, а в СЗТО лишь от 3,0 до 9,3. В целом, по данным 1993–1999 гг., среднемноголетние значения ГСИ изменялись по районам в следующих пределах: ЮЗБМ – самцы – 6,15 (4,87–8,07), самки – 9,32 (7,98–10,12); а СЗТО – самцы – 3,9 (3,0–5,1), самки – 7,5 (5,8–9,3). Естественно, в обоих районах средние значения ГСИ у самок были выше, чем у самцов.

В течение всего периода наблюдений в обоих районах отмечено значительное преобладание самцов над самками. Соотношение полов горбуши в период преднерестовых миграций в юго-западной части Берингова моря по многолетним значениям составило 3:1 (70% – самцов, 30% – самок), а в СЗТО по многолетним значениям близко к 2:1 (61% – самцы, 39% – самки).

Таблица 1

Средние значения длины и массы тела горбуши

Район		ЮЗБМ							СЗТО					
ГОД		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Длина, см	самцы;	46,9;	44,7;	47;	45,8;	44,9;	45,3;	45,5;	45,4;	50;	47,8;	47;	45,3;	46,1;
	самки	46,9	44,7	45,1	44,7	44,1	44,1	45,1	44,1	52,7	46,2	45,8	43,8	45,7
	оба пола	46,9	44,7	46,1	45,2	44,5	44,7	45,3	44,7	51,4	47,0	46,4	44,5	45,9
Масса, г	самцы;	1423;	1205;	1350;	1302;	1188;	1150;	1240;	1275;	1400;	1410;	1259;	1158;	1287;
	самки	1360	1200	1183	1194	1133	1050	1188	1185	1265	1244	1186	1092	1329
	оба пола	1391	1203	1266	1248	1161	1100	1214	1230	1333	1327	1222	1125	1308

Активные преднерестовые миграции кеты в Исключительной экономической зоне России проходят раньше, чем горбуши, приблизительно с середины мая до конца августа.

В течение периода наблюдений в юго-западной части Берингова моря длина тела самцов кеты изменялась от 42,5 до 75 см, составляя в среднем 59,4 см, а масса от 750 до 5280 г, в среднем – 2710 г. Самки имели близкие размеры: длина изменялась от 44,5 до 76,8 см, средняя 58,9 см, а масса – от 900–5250 г, средняя – 2655 г (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения длины и массы тела кеты

Район		ЮЗБМ							СЗТО					
ГОД		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Длина, см	самцы;	59;	59,5;	58,7;	59,3;	60;	59;	60,5;	56,2;	58,3;	58,2;	59;	55,9;	54,7;
	самки	60	58,1	57,7	59,1	59	59	59,5	55,8	56,8	57,6	58	54,2	54
	оба пола	59,5	58,8	58,2	59,2	59,5	59,0	60,0	56,0	57,6	57,9	58,5	55,1	54,4
Масса, г	самцы;	2735;	2830;	2605;	2676;	2841;	2530;	2805;	2670;	2772;	2493;	2578;	2174;	2002;
	самки	2925	2633	2503	2642	2846	2403	2635	2270	2469	2421	2412	1979	1878
	оба пола	2830	2684	2554	2659	2843	2467	2720	2470	2621	2457	2495	2077	1940

В северо-западной части Тихого океана размеры самцов кеты были мельче: длина тела изменялась от 45,5 до 73,5 см, составляя в среднем 57 см, а масса от 980 до 5150 г, в среднем – 2448 г. Самки также были более мелкими: длина варьировала от 41,5 до 72,5 см, в среднем 56 см, а масса от 1000 до 4550 г, в среднем – 2238 г (табл. 2).

По данным А.В. Бугаева с соавторами [5], доминировали две возрастные группы 0.3 и 0.4, которые суммарно составляли более 90% уловов (~ 94%). Следующими по встречаемости были рыбы в возрасте 0.5 (4–6%) и 0.2 (2%). При этом на начальных этапах преднерестовых миграций относительное количество рыб старших возрастных групп 0.4 и 0.5 выше, чем во второй половине и в конце, когда возрастала доля рыб младших возрастных групп 0.2 и 0.3.

В течение всего периода наблюдений в юго-западной части Берингова моря средние значения ГСИ (табл. 4) колебались от 0,99 до 7,15, а в СЗТО – от 1,23 до 6,21. В целом среднемноголетние значения ГСИ изменялись по районам в следующих пределах: ЮЗБМ – самцы – 3,04 (0,99–7,15), самки – 5,35 (2,69–7,0); СЗТО – самцы – 1,66 (1,23–2,42), самки – 4,47

(3,66–6,21). В обоих районах средние значения ГСИ у самок были выше, чем у самцов, что естественно. Соотношение полов половозрелой кеты во время преднерестовых миграций в Беринговом море в многолетнем плане составляло примерно 1:1 (49% – самцы, 51% – самки). В СЗТО по обобщенным данным наблюдается сходная ситуация, соотношение полов близко 1:1, но все заметно преобладали самки (44,1% – самцы, 55,9% – самки).

Нерка является одним из видов, которые с первых дней исследований встречались в уловах в массовом количестве. Причем в первых же уловах она была самым многочисленным видом, определяющим эффективность промысла. В юго-западной части Берингова моря длина тела самцов нерки изменялась от 35 до 72,5 см, составляя в среднем 57,4 см, а масса от 480 до 5500 г, средняя – 2675 г. У самок эти показатели были незначительно ниже: длина изменялась от 36 до 72 см, средняя 56,4 см, а масса 410–5150 г, средняя – 2495 г (табл. 3).

В северо-западной части Тихого океана размеры нерки были меньше. Длина тела самцов нерки изменялась от 44,5 до 69,5 см, составляя в среднем 57,1 см, а масса от 1100 до 4650 г, в среднем – 2482 г. Длина самок варьировала от 44,5 до 65,5 см, в среднем 56 см, а масса изменялась от 1030 до 3680 г, в среднем – 2331 г (табл. 3).

Таблица 3

Средние значения длины и массы тела нерка

Район		ЮЗБМ							СЗТО					
ГОД		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Длина, см	самцы;	57,9;	59,2;	57;	58;	57,1;	55,5;	57,8;	57,6;	58,4;	57,1;	57,4;	55,4;	56,9;
	самки	57,4	57,7	56,5	57,3	55	55,4	56,1	56,4	57	57	56,9	54,2	54,9
	оба пола	57,6	58,4	56,7	57,6	56,1	55,5	56,9	57,0	57,7	57,0	57,2	54,8	55,9
Масса, г	самцы;	2750;	3000;	2540;	2884;	2614;	2300;	2629;	2801;	2454;	2518;	2432;	2299;	2390;
	самки	2630	2753	2440	2724	2381	2207	2343	2575	2292	2452	2352	2160	2161
	оба пола	2690	2876	2490	2804	2498	2253	2486	2688	2373	2485	2392	2229	2275

Нерка относится к видам с длительными пресноводным и длительным морским периодами жизни, проводя до нескольких лет в морских и пресных водах. По данным А.В. Бугаева [6], как в юго-западной части Берингова моря, так и в акватории Тихого океана у северных Курильских островов около 95% рыб было представлено возрастными группами: 1.2, 1.3, 2.2, 2.3 и 3.3. Из них наиболее массовыми были особи в возрасте 1.3 и 2.3, составляющие обычно 60–70%.

В течение всего периода наблюдений в юго-западной части Берингова моря средние значения ГСИ колебались от 1,45 до 7,99, а в СЗТО от 1,09–5,03 (табл. 4). В целом, по данным 1993–1999 гг., среднемноголетние значения ГСИ изменялись по районам в следующих пределах: ЮЗБМ – самцы – 2,50 (1,45–6,17), самки – 6,27 (3,72–7,99); СЗТО – самцы – 1,37 (1,06–1,60), самки – 4,19 (3,49–5,03). В обоих районах средние значения ГСИ у самок были выше, чем у самцов.

Таблица 4

Средние значения ГСИ тихоокеанских лососей

		Район													
		ЮЗБМ							СЗТО						
ГОД		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
Горбуша	самцы	6,38	8,07	5,78	6,17	6,73	4,87	5,06	4,9	3,0	5,1	4,0	3,3	3,0	
	самки	9,38	7,98	9,39	9,88	10,12	10,04	8,45	8,5	6,9	9,3	8,2	5,8	6,1	
Кета	самцы	7,15	5,05	2,11	1,40	1,97	0,99	2,63	1,79	1,45	1,80	2,42	1,23	1,29	
	самки	2,96	6,41	7,00	4,63	4,89	4,82	6,74	5,06	4,70	5,15	6,21	3,67	3,66	
Нерка	самцы	6,17	2,34	2,07	1,64	2,31	1,56	1,45	1,51	1,09	1,60	1,58	1,19	1,28	
	самки	3,72	7,99	7,13	6,13	6,59	5,97	6,34	4,63	3,49	5,03	4,49	3,80	3,71	

Отмечено, что во время преднерестовых миграций значения гонадо-соматического индекса всех рыб были наиболее высокими в конце хода в июле, а на начальном этапе в мае низкими.

Согласно многолетним данным в Беринговом море во все годы наблюдалось преобладание самок: самцы составили – 43,6%, а самки – 56,4%. Соотношение полов нерки в СЗТО по многолетним значениям соотношение полов близко 1:1 (47,2% – самцы, 52,8% – самки).

Как установлено ранее некоторыми исследователями, большая часть тихоокеанских лососей, которые нагуливаются в СЗТО, идут на нерест к западному побережью Камчатки, а в ЮЗБМ – нерестятся в реках восточного побережья Камчатки [7, 8, 2, 9].

Горбуша нерестится почти во всех реках Камчатского полуострова. В реках Камчатки у производителей горбуши размерно-весовые характеристики варьируют от 34,5 до 62 см и от 0,5 до 3,1 кг. По величине средних показателей самцы горбуши превосходят самок. Известно, что горбуша, нерестующая в реках Восточной Камчатки, отличается меньшими средними размерами и массой по сравнению с рыбами западного побережья. Эти различия проявляются в период подхода рыб к камчатским берегам. Так, средние значения длины особей горбуши ЮЗБМ составляли 45,3 см, массы – 1226 г., а в СЗТО – 46,6 см и 1257 г, соответственно.

Так же, как и горбуша, кета нерестится почти во всех реках Камчатского полуострова. Средняя длина особей варьирует от 61,9 до 70,7 см, масса – от 2200 до 5430 г. Причем обычно производители восточнокамчатской кеты крупнее западно-камчатской. Это обстоятельство проявляется и в размерах рыб в завершающий период анадромной миграции. В 1993–1999 гг. средние значения длины особей кеты в ЮЗБМ были 59,1 см, массы – 2679 г., а в СЗТО – 56,5 см и 2343 г, соответственно.

На Камчатке существует два крупнейших водоема, обеспечивающих крупномасштабное воспроизводство нерки – это озеро Курильское (р. Озерная) и р. Камчатка. Средняя длина тела самцов нерки в р. Камчатка по многолетним данным составляет 62,5 см, самок – 59,5, а масса тела 2670 г и 2220 г по полам, соответственно. В р. Озерная эти показатели несколько ниже: средняя длина тела самцов составляет 59,7 см, самок – 57,6, масса тела самцов – 2760 г, самок – 2580 г [10]. Эти различия проявляются еще в период завершения анадромной миграции этих рыб. Так, в 1993–1999 гг. средняя длина тела самцов нерки в ЮЗБМ была 57,5 см, самок – 56,4 см, а масса тела самцов – 2673 г, самок – 2496 г. В то же время в СЗТО эти показатели были ниже: длина тела самцов – 57 см, самок – 56 см, а масса тела по полам, соответственно, 2488 г и 2332 г.

Таким образом, биологические показатели лососей на заключительном этапе анадромных миграций могут свидетельствовать о возможной биомассе нерестовых подходов отдельных видов к тому или иному району их воспроизводства. Размерно-весовые показатели производителей кеты и нерки в заключительный период преднерестовых миграций в Беринговом море выше, чем в северо-западной части Тихого океана, а горбуша, напротив, в Беринговом море отличается меньшими размерами. Они позволяют уточнить величину возможного общего вылова отдельных видов лососей по районам промысла. Динамика изменений ГСИ предопределяет сроки и активность нерестового хода отдельных стад и популяций.

### Литература

1. Материалы по биологии морского периода жизни дальневосточных лососей. – М.: ВНИРО. – 1958. – 298 с.
2. Варнавская Н.В. Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2006. – 488 с.
3. Шунтов В.П. Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2011. – Т. 2. – 473 с.
4. Бугаев А.В., Заволокина Е.А., Заварина Л.О., Шубин А.О., Золотухин С.Ф., Капланова Н.Ф., Волобуев М.В., Киреев И.Н. Популяционно-биологические исследования по программе BASIS. Часть 1 – кета *Oncorhynchus keta*. – Известия ТИНРО. – 2007. – Т. 151. – С. 115–152.
5. Бугаев А.В., Заварина Л.О., Шубин А.О., Старовойтов А.Н., Тепнин О.Б., Сорокина Т.Х. Биологическая характеристика кеты в Беринговом море и северо-западной части Тихого океана в период преднерестовых миграций 1997–2003. – Изв. ТИНРО. – 2007. – Т. 149. – С. 64–98.
6. Бугаев А.В. Некоторые биологические показатели нерки *Oncorhynchus nerka* в юго-западной части Берингова моря и сопредельных водах Тихого океана в период преднерестовых миграций // Вопросы рыболовства. – 2003. – Т. 4, № 2 (14). – С. 264–294.
7. Бирман И.Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 208 с.

8. Коновалов С.М. Популяционная биология тихоокеанских лососей. – Л.: Наука, 1980. – 238 с.

9. Бугаев А.В. Преднерестовые миграции тихоокеанских лососей в экономической зоне России: монография. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. – 2015. – 416 с.

10. Состояние биологических ресурсов северо-западной Пацифики. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2003. – 124 с.

УДК 550.42(571.55)[551.35:556.048](265.52)

**Е.В. Касперович<sup>1</sup>, О.Е. Петренко<sup>2</sup>, В.А. Швецов<sup>2</sup>, Д.А. Арчибисов<sup>1,2</sup>,  
М.С. Лякишев<sup>1</sup>, Н.В. Адельшина<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение  
«Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»,  
Петропавловск-Камчатский, 683031;

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

<sup>3</sup>Региональный экологический центр Восточного военного округа МО РФ  
e-mail: kasperovichev@mail.ru

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПРОБОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ**

В статье рассматривается проблема опробования донных отложений Авачинской губы. Проводится поиск альтернативного метода выявления районов Авачинской губы, подверженных антропогенному загрязнению. В качестве метода исследования используется корреляционный анализ. Установлены значения коэффициента корреляции для тяжелых металлов и нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** Авачинская губа, донные отложения, тяжелые металлы, нефтепродукты, корреляционный анализ.

**E.V. Kasperovich<sup>1</sup>, O.E. Petrenko<sup>2</sup>, V.A. Shvetsov<sup>2</sup>, D.A. Archibisov,  
M.S. Lyakishev<sup>1</sup>, N.V. Adelshina<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>State federal organization «Kamchatka's direction  
for technical supply of sea supervision»,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683031;

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

<sup>3</sup>Regional environmental centre for Eastern Military District  
of the Russian Federation Ministry of Defense.  
e-mail: kasperovichev@mail.ru

### **PERFECTION SAMPLING OF BOTTOM SEDIMENTS OF AVACHA BAY**

The problem of Avacha bay bottom sediments sampling is discussed in the article. The alternative method to identify the areas in Avacha bay which are subjected to anthropogenic pollution was analyzed. The correlation analysis was used as a research method. The values of the correlation coefficient for heavy metals and oil were established.

**Key words:** Avacha bay, bottom sediments, heavy metals, oil, correlation analysis.

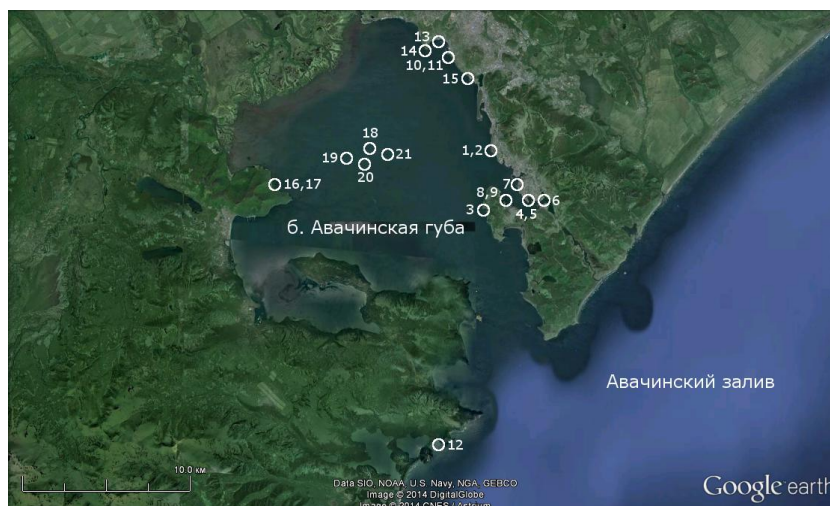
В соответствии с Руководящим документом [1]: «любая информация о состоянии водных объектов без учета загрязненности их донных отложений может быть ошибочной». Однако исследование донных отложений в Камчатском крае требует значительных денежных затрат на

отбор и анализ проб (стоимость химического анализа одной пробы 10000 рублей). Высокая стоимость опробования донных отложений привела к тому, что требования РД [1], при мониторинге водных объектов Камчатского края, не выполняются. Поэтому необходимо существенно снизить стоимость опробования донных отложений, что не возможно без снижения объемов химического анализа. Это может быть достигнуто, если между содержаниями загрязняющих веществ донных отложений существуют корреляционные зависимости [2]. Для установления этих зависимостей может быть использован метод корреляционного анализа [3, 4]. Следует отметить, что предпосылкой для использования этого метода при опробовании донных отложений служат результаты работ [5, 6], в которых отмечается наличие корреляционных связей между содержаниями компонентов донных отложений. На основании результатов исследований [2, 5, 6] нами выдвинута гипотеза о существовании корреляционных зависимостей между содержаниями загрязняющих веществ в донных отложениях Авачинской губы.

Цель работы – разработка экономичного метода определения районов Авачинской губы, подверженных антропогенному загрязнению.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие работы (в рамках природоохранного мероприятия [7]):

1. Отобрана 21 проба донных отложений в местах бункеровки флота нефтепродуктами. Отбор проб проводили в соответствии с требованиями НД [8]. Точки отбора проб донных отложений изображены на рисунке.



Точки отбора проб донных отложений

2. Пробы были доставлены в аналитическую лабораторию ОАО «Камчатгеология» в изотермических сумках «Camping World 30 L Snowbag» или компрессорном автохолодильнике WAECO CoolFreeze CF-110 в течение не более 28 часов после отбора.

3. Был проведен химический анализ проб донных отложений. Получены результаты анализа для следующих компонентов: Cu, Zn, Pb, Ni, Cd, нефтепродукты и фенолы.

Затем в программной среде MS Excel провели корреляционный анализ [3, 4] для всех перечисленных компонентов, кроме фенолов. Содержания фенола в пробах не использовались в корреляционном анализе, так как они находились на пределе обнаружения (<0,5 мг/кг). В результате корреляционного анализа были установлены значения коэффициента корреляции. Они приведены в таблице.

Таблица

Значения коэффициента парной корреляции Пирсона [9]

Компоненты	Значения коэффициента корреляции компонента с нефтепродуктами	Значения коэффициента корреляции компонента с тяжелыми металлами			
		Cu	Zn	Pb	Ni
Cu	0,770*	–	–	–	–
Zn	0,778*	0,933*	–	–	–
Pb	0,686*	0,881*	0,915*	–	–
Ni	–0,316	–0,226	–0,336	–0,267	–
Cd	0,689*	0,503*	0,411	0,341	–0,054

Далее оценивали значимость полученных коэффициентов. Для этого значения из таблицы 2 сравнивали с критическим значением [2]. При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и степенях свободы  $f = 19$  критическое значение составляет 0,433. В тех случаях, когда критическое значение меньше абсолютного значения найденного коэффициента корреляции, принять нуль-гипотезу об отсутствии линейной связи между анализируемыми компонентами нельзя [2]. Значимые значения коэффициента корреляции обозначены в таблице звездочкой.

На основании данных таблицы, можно выделить следующие взаимно коррелирующие компоненты донных отложений Авачинской губы: Cu, Zn, Pb, нефтепродукты и Cu, Cd, нефтепродукты. При этом, несмотря на существование значимой корреляционной связи Cd с Cu и нефтепродуктами, этот компонент не проявляет значимой корреляции с Zn и Pb. Наиболее неоднозначно среди представленных компонентов проявляет себя Ni. Этот компонент обладает самыми слабыми корреляционными связями среди исследованных компонентов и имеет тенденцию к обратной корреляции. Противоположностью Ni является Zn. Он проявляет самые сильные корреляционные связи с исследуемыми компонентами, кроме Cd. Этот факт позволяет использовать Zn в качестве компонента-индикатора. Наличие его в составе донных отложений Авачинской губы свидетельствует и о наличии в них других компонентов, проявляющих с ним корреляционную связь.

### Выводы

Результаты выполненной работы позволяют сделать следующие выводы:

1. Между содержаниями загрязняющих веществ в донных отложениях Авачинской губы существуют корреляционные зависимости.

2. Возможно использование Zn в качестве индикатора комплексного загрязнения донных отложений Авачинской губы тяжелыми металлами (Cu, Pb, Cd) и нефтепродуктами с целью определения районов Авачинской губы, подверженных антропогенному загрязнению.

### Литература

1. РД 52.24.609-2013. Руководящий документ. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов (утв. Росгидрометом 07.08.2013).

2. Смагунова А.Н., Карпукова О.М. Методы математической статистики в аналитической химии: Учеб. пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2012. – 346 с.

3. Информатика. Базовый курс / Под ред. С.В. Симоновича. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 640 с.

4. Горелова Г.В. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel / Г.В. Горелова, И.А. Кацко. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. – 480 с.

5. Замана Л.В., Усманов М.Т., Глушенкова О.В., Маринайте И.И. Тяжелые металлы и углеводороды в донных осадках речной сети на севере Читинской области // География и природные ресурсы. – № 1. – 2007. – С. 64–69.

6. Котельянец Е.А., Коновалов С.К. Распределения тяжелых металлов в донных отложениях Феодосийского залива // Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – Вып. 17. – С. 171–175.

7. Установление источников повышенного риска и оценка воздействия на морскую акваторию Авачинской губы в районах мест бункеровки, разработка программы благоустройства мест бункеровки с целью предупреждения ЧС(Н): отчет о разработке природоохранного мероприятия / ФГУ «Камчаттехмордирекция»; координация групп по разработке: Касперович Е.В. – Петропавловск-Камчатский, 2009. – 409 с.

8. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.

9. Смагунова А.Н., Шмелева Е.И., Швецов В.А. Алгоритмы оперативного и статистического контроля качества работы аналитической лаборатории: Метод. руководство. – Новосибирск: Наука, 2008. – 60 с.



УДК 582.272.46(265.52)

**А.В. Климова**

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

### **ЭПИ- И ЭНДОФИТЫ ЛАМИНАРИЕВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ АВАЧИНСКОГО ЗАЛИВА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)**

Приведены сведения по развитию эпи- и эндофитов на слоевищах камчатских ламинариевых водорослей *Agarum clathrus*, *A. turneri*, *Laminaria yezoensis* и *Saccharina bongardiana*. Представлен краткий исторический обзор состояния изученности пространственных взаимоотношений между видами ламинариевых и другими макрофитами, принадлежащими к Chlorophyta, Phaeophyceae и Rhodophyta.

**Ключевые слова:** ламинариевые водоросли, эндофит, эпифит, биотические взаимоотношения, юго-восточная Камчатка.

**A.V. Klimova**

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

### **EPI-, ENDOPHYTES OF LAMINARIALEAN ALGAE OF AVACHA INLET (SOUTHEASTERN KAMCHATKA)**

The data on the development of epi- and endophytes on laminariacean algae thalli *Agarum clathrus*, *A. turneri*, *Laminaria yezoensis* and *Saccharina bongardiana* on Kamchatka were presented. A brief historical study overview of the spatial relationship between kelp and other macrophytes belonging to groups Chlorophyta, Phaeophyceae and Rhodophyta was given.

**Key words:** Laminariales, endophyte, epiphyte, biological relationship, south eastern Kamchatka.

В прибрежных морских сообществах Северного полушария ламинариевые водоросли являются доминирующими видами в бентосной растительности. Занимая обширные участки морского дна и имея крупные размеры, они наряду с важнейшими продукционной и структурообразующей функциями являются еще и базифитами, на которых и в которых поселяются многие гидробионты. Тем самым повышается биоразнообразие ламинариевых сообществ и прибрежных экосистем в целом [1].

Многие морские организмы в течение всей своей жизни или только на определенных стадиях развития прямо или косвенно связаны с ламинариевыми водорослями. Таковыми являются беспозвоночные из разных таксономических групп: Spongia, Hydrozoa, Bryozoa, Mollusca, Polychaeta, Oligochaeta, Crustacea, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea и др. Взрослые особи губок, мшанок, моллюсков, малощетинковых червей используют их как субстрат, для молоди морских звезд, офиур, ракообразных и морских ежей плотные скопления ламинариевых являются надежным убежищем от хищников [2] и субстратом для кладок яиц. Некоторые рыбы, например сельдь, в период нереста подходит к берегу и откладывает на ламинариевые водоросли в огромных количествах свою икру [3].

Особое место среди эпибионтов ламинариевых занимают микроорганизмы. Обильное развитие бактериальных пленок и грибов на их поверхности может способствовать развитию болезней и увеличивать скорость разрушения апикальной части их пластин. Наиболее распространенными бактериальными патогенами являются виды родов *Alteromonas* и *Pseudoalteromonas*. Они продуцируют ферменты, деградирующие альгинаты клеточных стенок ламинариевых водо-

рослей, тем самым приводят к поражению их покровных тканей и способствуют последующему инфицированию слоевищ другими микроорганизмами [4–6]. Среди микобионтов специфическим паразитом ламинарии является *Phycomelaina laminariae*, вызывающая некроз клеток меристодермы и верхних слоев коры их стволиков [7].

Наибольшую встречаемость среди всех обрастателей ламинариевых имеют представители различных групп водорослей. Как правило, это виды из отделов *Chlorophyta* и *Rhodophyta*, *Cyanophyta* и классов *Phaeophyceae* и *Bacillariophyceae*. Стоит отметить, что терминология, используемая в отношении водоросли-хозяина и поселяющейся на ней водоросли неоднозначна. В литературе можно встретить следующие понятия, описывающие такое явление – эпифитизм, эндофитизм, паразитизм и болезни. Соответственно водоросли, ассоциированные с другими водорослями, указывают как эпифиты, эндофиты, паразиты, полупаразиты и патогены [8, 9]. В целом, если эпи- и эндофитизм отражает пространственную связь между водорослями, то патогенные и паразитические взаимоотношения характеризуют их функциональные связи.

В общепринятом значении под эпифитами понимают водоросли, произрастающие на поверхности базифита, под эндофитом – водоросли, живущие внутри водорослевого субстрата. Существует и более широкое понимание эпифитизма. Так, в рамках этого явления выделяют: действительные эпифиты, все слоевище которых находится на поверхности базифита; амфиэпифиты, базальная часть которых проникает во внутренние ткани базифита; и, наконец, эндофиты, полностью погруженные в тело базифита [8]. Некоторые исследователи к патогенным организмам относят и водоросли-эпифиты, которые вызывают замедление роста, потерю восстанавливающей способности, тяжелые повреждения на клеточном и тканевом уровнях и, в конечном счете, приводят к заболеванию базифита. Паразитические водоросли, как правило, лишены пигментов и полностью физиологически зависят от водоросли-хозяина [9], полупаразитические используют ресурсы хозяина и одновременно фотосинтезируют. В своей работе мы рассматриваем лишь пространственные взаимоотношения водорослей и придерживаемся понятия «эпифитизм» в широком смысле этого слова.

Специализированное изучение эпи- и эндофитов ламинариевых водорослей имеет более чем вековую историю (см. таблицу). Первые работы в этом направлении касались, в основном, описания видов-эпифитов [10, 11]. В цитируемых статьях указано 23 вида эпифитов для ламинариевых Норвегии. При этом Ф. Тоблер (F. Tobler) в своей работе отмечает не только видоспецифичность эпифлоры ламинариевых, но и приуроченность разных видов-эпифитов к отдельным частям их слоевищ. Позже по эпифитам ламинариевых вышли и других работы. Наиболее значимые из них указаны в таблице. Самый многочисленный список эпифитов для 22 видов ламинариевых водорослей представлен в работе Дж. Токиды (J. Tokida) [12]. Основываясь на анализе 69 литературных источников, он выделил 282 вида макроэпифитов. Отечественными альгологами эпифиты ламинариевых водорослей были исследованы в Белом море, у Мурманского побережья, [13] в дальневосточных морях, в основном в Японском и Охотском [2].

Таблица

Обзорные работы по эпи-, эндофитам ламинариевых водорослей

№	Автор публикации	Год издания публикации	Количество исследованных таксонов ламинариевых	Группы эпи- и эндофитов			Всего видов
				Chlorophyta	Phaeophyceae	Rhodophyta	
1	Boye P.	1896	Ламинариевые Норвегии	22			22
2	Tobler F.	1909	<i>Laminaria digitata</i>	23			23
3	Tokida J.	1960	22 рода	22	116	144	282
4	Блинова Е.И.	1965	3 вида	4	11	23	38
5	Суховсева М.В.	1975	18 видов	53	15	10	78
6	Пржеменецкая В.Ф., Климова В.Л.	1983	<i>Laminaria japonica</i>	5	9	26	40
7	Михайлова Т.А., Штрик В.А.	2007	<i>Laminaria hyperborea</i>	9	15	20	44
8	Neill K., Heesch S., Nelson W.	2008	29 видов	6	с учетом представителей рода <i>Streblonema</i> более 40	1	–

Во всех вышеуказанных работах было отмечено, что наибольшая доля в видовом разнообразии эпифитов ламинариевых принадлежит красным водорослям. Они доминируют и среди эпифитов культивируемых ламинариевых [14].

В работе Т.А. Михайловой и В.А. Штрика [15] указывается не только видовой состав и встречаемость макроэпифитов *Laminaria hyperborea* Баренцева и Белого морей, но и их биомасса, проективное покрытие и распределение по слоевищу базифита. Подробно рассмотрена пространственная структура синузид эпифитов. Отмечено, что из 44 видов, ассоциированных с *L. hyperborea*, 36 предпочитают селиться на ее стволиках. Это обусловлено тем, что среди разных частей слоевища ламинариевых стволики являются многолетними, а пластины – обычно однолетние образования. В публикации, посвященной болезням, патогенам и паразитам экономически ценной ламинариевой водоросли южной части Тихого океана – *Undaria pinnatifida*, указан обширный перечень публикаций, содержащий сведения по нахождению у нее эпи- и эндобиотов [16]. В процитированной работе приведены также данные о эпибионтах других ламинариевых водорослей Атлантического, Тихого, Северо-Ледовитого океанов.

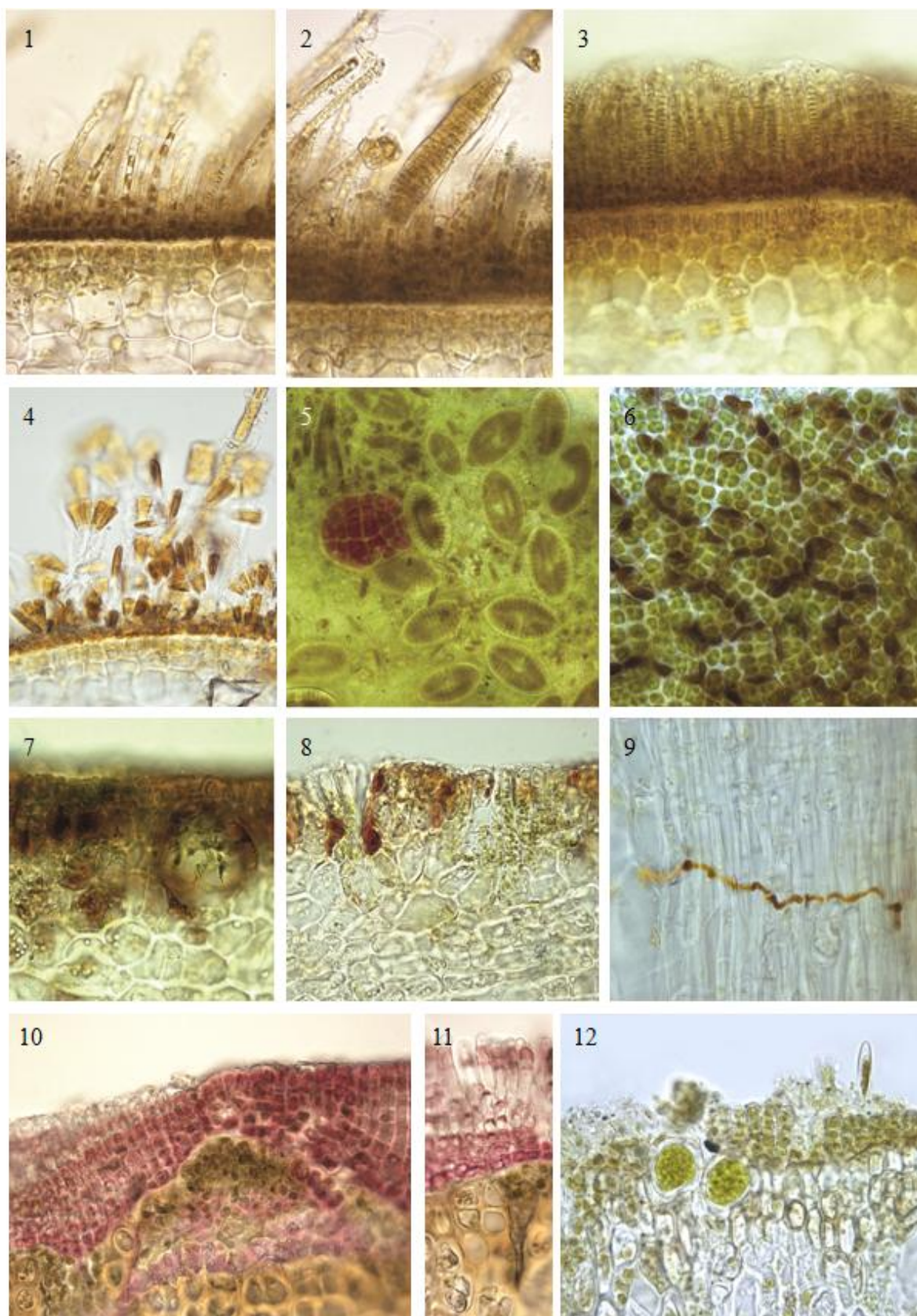
Анализ всех вышеуказанных публикаций показывает устойчивый интерес к изучению эпибионтов ламинариевых водорослей. В целом к настоящему времени по данной проблематике уже накоплен обширный материал. Специальные исследования, направленные на изучение состава эпи- и эндофитов камчатских ламинариевых водорослей, не проводились. В научной литературе существуют лишь отдельные упоминания о видах-эпифитах ламинариевых прикамчатских вод [17–19].

Исследования эпи- и эндофитов ламинариевых автор настоящей работы проводила в Авачинском заливе с апреля по декабрь 2013–2014 гг. Изучению подвергались растения *Agarum clathrus*, *A. turneri*, *Laminaria yezoensis* и *Saccharina bongardiana*. Ранее среди макроводорослей, ассоциированных с ламинариевыми в качестве их эпи- и эндофитов, в основном, были зарегистрированы такие группы, как акрохетивые, эктокарповые и хетофоровые [2, 13]. При этом у изученных базифитов на и в разных частях слоевищ были обнаружены их устойчивые группировки. Это, как упоминалось выше, связано с функциональной дифференциацией слоевищ и разным сроком вегетации их отдельных частей [15].

Наиболее распространенными эпи- и эндофитами пластин обследованных растений были эктокарповые и хордариевые водоросли. Они обильно развиваются на ее апикальной части и присутствуют в течение практически всего периода вегетации базифита (рис. 1–3). Апикальные части пластин ламинариевых водорослей, как известно, постоянно разрушаются. Это сопровождается интенсивной экскрецией органического вещества в окружающую среду. Именно поэтому данные участки слоевищ активно заселяются микроорганизмами и макроэпифитами, в том числе представителями родов *Streblonema*, *Myrionema* и *Ectocarpus*. Пластины ламинариевых также активно покрываются одиночными и колониальными диатомовыми водорослями (рис. 4, 5). Они постоянно присутствуют на поверхности базифита, но наибольшего обилия достигают в поздневесенний и осенний периоды, формируя на поверхности пластин темно-коричневый слизистый налет. Как правило, это представители родов *Cocconeis*, *Licmophora*, *Melosira* и другие.

Эндофитные нитчатые водоросли, развивающиеся в пластинах *A. turneri* и *S. bongardiana*, представляют собой наиболее сложную для таксономической обработки группу. Пронизывая межклеточное пространство коры и сердцевины пластин ламинариевых водорослей, они формируют густую сеть, заполняя собой любые свободные лакуны и слизистые ходы (рис. 6–9). Наши исследования показывают, что их активное развитие приурочено к поздне-осеннему и зимнему периодам.

Обычным представителем обрастания стволиков ламинариевых является амфиэпифит *Reingardia laminariicola* (рис. 10, 11). Для этого вида характерно наличие глубоко проникающих в ткани водоросли-хозяина нитей субгипоталлия. Многослойные корочки *R. laminariicola* были обнаружены на взрослых растениях *A. clathrus* и *S. bongardiana* в холодное время года. Среди эпи- и эндофитов стволиков изученных видов ламинариевых особый интерес представляет находка *Chlorochytrium*-подобной зеленой водоросли (рис. 12). На стволиках *S. bongardiana* они встречались как эпифитно, так и эндофитно.



Эпи- и эндофиты ламинариевых Авачинского залива: 1, 2 – эпифитные хордариевые водоросли на пластине *Laminaria yezoensis*; 3 – эпифитные хордариевые водоросли на пластине *Saccharina bongardiana*; 4 – колонии диатомеи *Licetophora* sp. на пластине *Laminaria yezoensis*; 5 – эпифитные диатомеи рода *Cocconeis* на поверхности пластины *Saccharina bongardiana*; 6, 9 – эндофитная водоросль на пластине *Saccharina bongardiana*; 7, 8 – зеленые нитчатые эндофиты в слизистых лакунах *Agarum turmeri*; 10, 11 – амфиэпифит *Reingardia laminaricola* на стволике *Agarum clathrus*; 12 – *Chlorochytrium*-подобная водоросль в стволике *Saccharina bongardiana*

Во флоре водорослей-макрофитов восточной Камчатки указывают 2 вида *Chlorochytrium* – *Ch. inclusum* и *Ch. schmitzii* [20]. Оба вида ранее были известны как облигатные эндо-фиты красных водорослей: *Cruoria*, *Dilsea*, *Kallymeniopsis*, *Mazzaella*, *Neoabbottiella*, *Neodilsea*, *Palmaria*, *Turnerella*, *Velatocarpus* и др. Стоит отметить, что в настоящее время некоторые морские представители рода *Chlorochytrium* утратили таксономическую самостоятельность, поскольку оказалось, что они являются лишь стадией развития в гетероморфном жизненном цикле нитчатых зеленых водорослей порядка Ulotrichales [21]. Нахождение *Chlorochytrium*-подобной водоросли на ламинариевых ранее никем не отмечалось. Новая ее находка расширяет понимание взаимоотношений между зелеными и бурыми водорослями и особенностей функционирования сообществ макрофитобентоса.

Начатые исследования эпи- и эндофлоры ламинариевых юго-восточной Камчатки показывают, что ее разнообразие столь же богато, как и в других районах Мирового океана. Видовая идентификация микроскопических, сложных для таксономической обработки видов эпи- и эндофитов возможна только при их последующем выращивании в лабораторных культурах.

### Литература

1. Bartsch I., Wiencke C., Bischof K., Buchholz C.M., Buck B.H., Eggert A., Feuerpfel P., Hanelt D., Jacobsen S., Karez R., Karsten U., Molis M., Roleda M.Y., Schubert H., Schumann R., Valentin K., Weinberger F., Wiese J. The genus *Laminaria* sensu lato: recent insights and developments // *European Journal of Phycology*. – 2008. – Vol. 43, № 1. – P. 1–86.
2. Суховеева М.В. Эпифиты ламинариевых дальневосточных морей // *Изв. ТИНРО*. – 1975. – Т. 98. – С. 184–192.
3. Белый М.Н. Водоросли-макрофиты северной части Охотского моря и их значение как нерестового субстрата сельди. – Магадан: Новая полиграфия, 2013. – 194 с.
4. Sawabe T., Ohtsuka M., Ezura Y. Novel alginate lyases from marine bacterium *Alteromonas* sp. // *Carbohydr. Res.* – 1997. – Vol. 304. – P. 69–76.
5. Sawabe T., Makino H., Tatsumi M., Nakano K., Tajima K., Iqbal M.M., Yumoto I., Ezura Y., Christen R. *Pseudoalteromonas bacteriolytica* sp. nov., a marine bacterium that is the causative agent of red spot disease of *Laminaria japonica* // *Int. J. Syst. Bacteriol.* – 1998. – Vol. 48. – P. 769–774.
6. Wang Y., Tang X.X., Yang Z., Yu Z.M. Effect of alginic acid decomposing bacterium on the growth of *Laminaria japonica* (Phaeophyceae) // *J. Environ. Sci.* – 2006. – Vol. 18. P. 543–551.
7. Schatz S. Degradation of *Laminaria saccharina* by higher fungi: a preliminary report // *Bot. Mar.* – 1980. – Vol. 23. – P. 617–622.
8. Виноградова К.Л. Эпифитизм водорослей: уточнение терминологии // *Бот. журн.* – 1989. – Т. 74, № 9. – С. 1291–1293.
9. Correa J.A. Infections by pigmented algal endophytes: misuse of concepts and terminology // *Revista Chilena de Historia Natural.* – 1994. – Vol. 67. – P. 4–8.
10. Boye P. Bidrag til Kundskaben om Algevegetationen ved Norges vestkyst // *Bergens Museums Aarbog, for 1894-1895 (Bergen)*. – 1896. – Vol. 16. – P. 1–46.
11. Tobler F. Epiphyten der Laminarien. Botanischen-morphologische Studien // *Engler Botanischen Jahrbucher für Systematik, Pflanzengeschichte.* – 1909. – Vol. 23. – P. 51–90.
12. Tokida J. Marine algae epiphytic on Laminariales plants // *Bull. Fac. Fish., Hokk. Univ.* – 1960. – Vol. 11, № 3. – P. 73–105.
13. Блинова Е.И. Эпифиты ламинариевых Мурманского побережья Баренцева моря // *Распределение и состав промысловых водорослей Баренцева моря: Тр. ММБИ.* – 1965. – Вып. 8, № 12. – С. 56–62.
14. Пржеменецкая В.Ф., Климова В.Л. Эпифиты ламинарии (*Laminaria japonica*, Phaeophyta) в культуре // *Марикультура на Дальнем Востоке.* – Владивосток: ТИНРО, 1983. – С. 110–119.
15. Михайлова Т.А., Штрик В.А. Макроэпифиты *Laminaria hyperborean* (Laminariaceae) Баренцева и Белого морей // *Бот. журн.* – 2007. – Т. 12, № 12. – С. 1818–1828.
16. Neill K., Heesch S., Nelson W. Diseases, pathogens and parasites of *Undaria pinnatifida*. – *MAF Biosecurity New Zealand Technical Paper No: 2009/44*, 2009. – 108 p.
17. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 205 с.

18. Клочкова Н.Г., Королева Т.А., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод в 2-х тт.: Т. 1. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 218 с.

19. Клочкова Н.Г., Королева Т.А., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод в 2-х тт.: Т. 2. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 304 с.

20. Klochkova N.G. An annotated bibliography of marine macroalgae of the northwest coast of the Bering Sea and Southeast Kamchatka. First Revision of Flora // *Algae*. – 1998. – Vol. 13, № 4. – P. 375–418.

21. Sussmann A.V., Mable B.K., DeWreede R.E., Berbee M.L. Identification of green algal endophytes as the alternate phase of *Acrosiphonia* (Codiolales, Chlorophyta) using ITS1 and ITS2 ribosomal DNA sequence data // *Journal of Phycology*. – 1999. – Vol. 35. – P. 607–614.

УДК [582.272+582.273](265.54)

**Е.Л. Конева, Н.М. Аминина, И.А. Кадникова, Т.И. Вишневецкая,  
О.Н. Гурулева, А.М. Рогов**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр  
(ФГУП ТИНРО-Центр), Владивосток, 690091  
koneva@tinro.ru*

### **ПРОМЫСЛОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ЯПОНСКОГО МОРЯ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Представлена динамика накопления токсичных элементов (мышьяк, кадмий, свинец) в красных и бурых водорослях из разных мест произрастания Японского моря с 2010 по 2014 гг. Наблюдается тенденция снижения уровня кадмия в исследуемых водорослях от превышающих и пороговых значений до концентраций значительно ниже предельно допустимого уровня (ПДУ). Отмечены районы с повышенным содержанием мышьяка и свинца. За период 2010–2014 гг. концентрация свинца в сахарине японской из зал. Ольга и акватории м. Овсянкина уменьшается, в анфельции тобучинской увеличивается.

**Ключевые слова:** мониторинг, бурые водоросли, красные водоросли, сахарина японская, анфельция тобучинская, свинец, кадмий, мышьяк.

**E.L. Koneva, N.M. Aminina, I.A. Kadnikova, T.I. Vishnevskaya,  
O.N. Guruleva, A.M. Rogov**

*Pacific Scientific Research Fisheries Centre,  
Vladivostok, 690091  
koneva@tinro.ru*

### **THE JAPAN SEA COMMERCIAL ALGAE IN THE MONITORING SYSTEM OF TOXIC ELEMENTS**

Dynamics of the toxic elements (arsenic, cadmium, lead) accumulation in the red and brown algae from different habitats of the Japan Sea from 2010 to 2014 is presented. Downward trend in the cadmium level of investigated algae from exceeding and threshold values to the concentrations significantly lower than the maximum permissible level (MPL) was observed. Areas with the increased content of arsenic and lead are marked. For the period 2010-2014, the lead concentration in the Japanese saccharine from Olga Bay and the water area of Ovsyankina Cape is decreasing and that one in the *Ahnfeltia tobuchinskoy* is increasing.

**Key words:** monitoring, brown algae, red algae, *Saccharina japonica*, *Ahnfeltia tobuchiensis*, lead, cadmium, arsenic.

В Японском море главными объектами промысла являются бурая и красная водоросли – *Saccharina japonica* (сахарина японская) и анфельция тобучинская (*Ahnfeltia tobuchiensis*). Традиционными районами добычи сахарины японской в настоящее время являются прибрежные воды Приморского края (к югу от м. Золотого), анфельции – залив Петра Великого [1, 2].

В меняющихся условиях антропогенного пресса на акваторию и прибрежную зону ДВ морей проводятся исследования по программе мониторинга их состояния [3]. Одним из направлений мониторинговых исследований является оценка показателей безопасности макрофитов как индикаторов экологического состояния вод.

Поэтому целью работы является мониторинг содержания токсичных элементов в промысловых водорослях Японского моря за период 2010–2014 г.

В качестве исходного материала для исследований использовали промысловые бурые и красные водоросли – сахарину японскую (*Saccharina japonica*) и анфельцию тобучинскую (*Ahnfeltia tobuchiensis*). Бурые водоросли были добыты в промысловый период 2010–2014 гг. в прибрежных водах м. Овсянкина, бух. Киевка, бух. Анна, зал. Ольга (рис. 1).

Анфельция тобучинская была добыта в период 2011–2014 гг. в прол. Старка и бух. Перевозной (зал. Петра Великого, Японское море) (рис. 2).

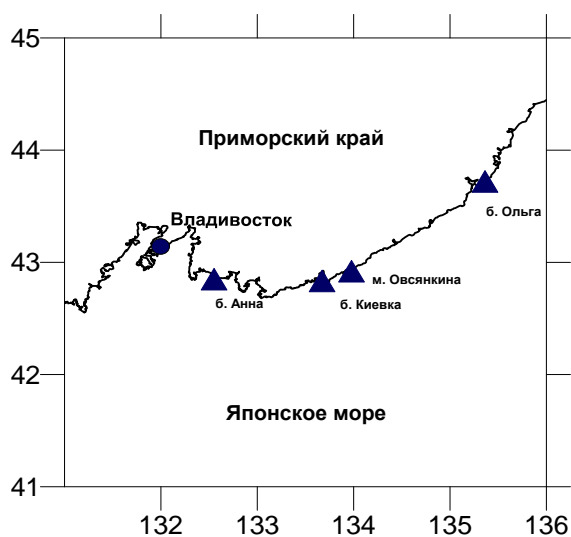


Рис. 1. Карта-схема районов добычи сахарины японской Японского моря

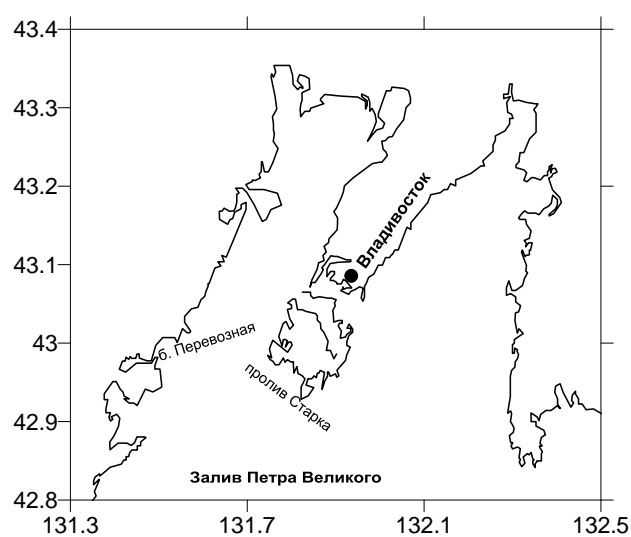


Рис. 2. Карта-схема районов добычи анфельции тобучинской Японского моря

Содержание свинца определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu AA-6800. В качестве атомизатора использовали одноцелевую горелку, в качестве горючей смеси – ацетилен-воздух.

Концентрацию мышьяка и кадмия определяли на этом же приборе, атомизатором служила графитовая кювета. Фон корректировался дейтериевой лампой. Подготовку проб проводили согласно методическим рекомендациям к атомно-абсорбционному определению токсичных металлов [4].

Исследования сахарины японской, добытой в бухтах Киевка и Анна с 2010 по 2012 гг., показали, что в водорослях из этих районов наблюдается тенденция увеличения свинца и уменьшения количества мышьяка. В 2012 г. содержание свинца в сахарине японской из бух. Киевка превысило предельно допустимый уровень (0,5 мг/кг) (рис. 3).

Следует отметить, что за исследуемый период уменьшение накопления мышьяка в водорослях из бухт Киевка и Анна происходит через максимум в 2011 г. К 2012 г. его концентрация значительно снизилась в водорослях: из бух. Анна – в 2,6 раза, из бух. Киевка – в 1,2 раза. Однако эти показатели еще достаточно высоки и не соответствуют требованию (5 мг/кг), установленным «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями...» [5]. За исследуемый период водоросли из бух. Анна характеризуются незначительным увеличением концентрации кадмия, которая находится значительно ниже ПДУ (1 мг/кг) (рис. 3).

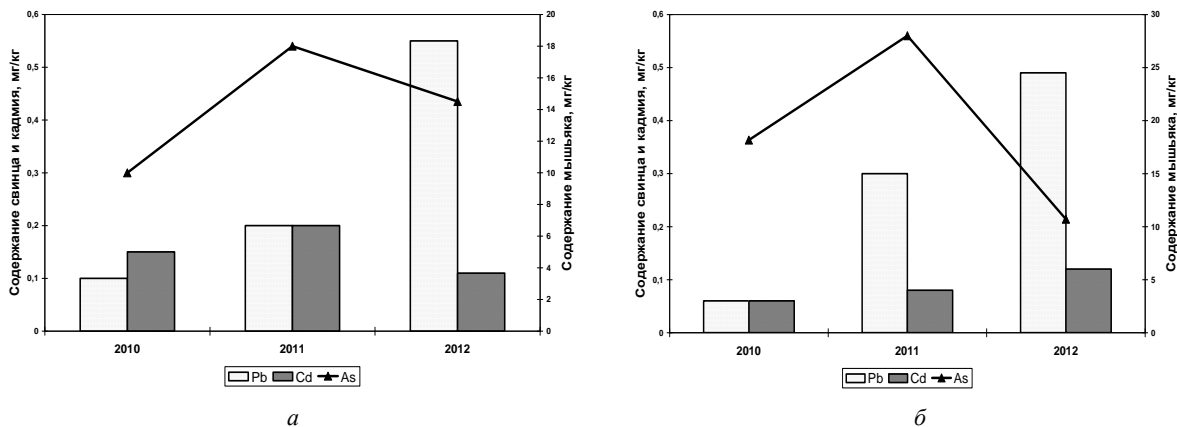


Рис. 3. Динамика содержания токсичных элементов в сахарине японской из бух. Киевка (а) и бух. Анна (б) в 2010–2012 гг.

Для водорослей из зал. Ольга и акватории м. Овсянкина характерны значительные колебания содержания токсичных элементов (рис. 4).

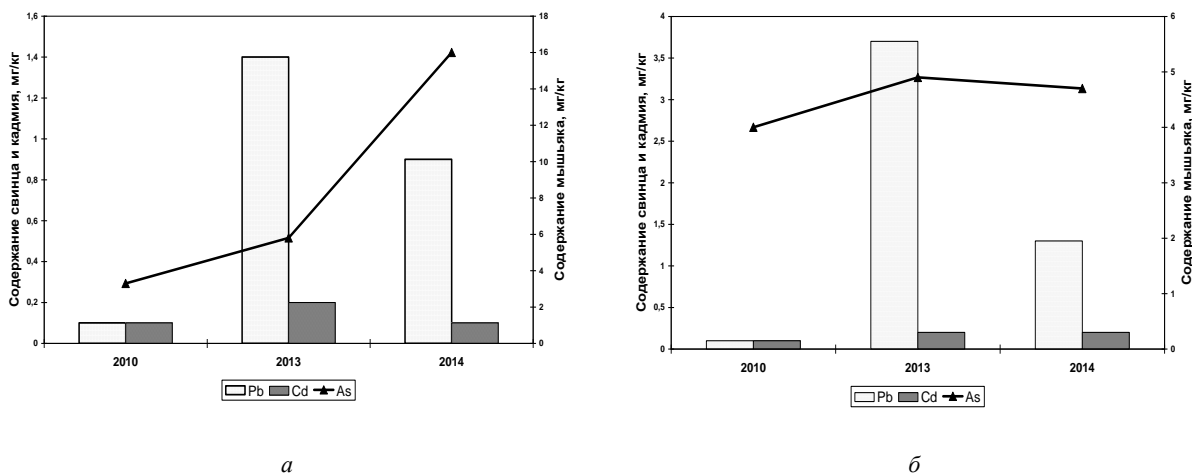


Рис. 4. Динамика содержания токсичных элементов в сахарине японской из зал. Ольга (а) и акватории м. Овсянкина (б) в 2010–2014 гг.

В исследуемых макрофитах происходит постепенное снижение концентрации свинца, которое превышает ПДУ в 2–2,6 раза. Уменьшение накопления свинца в водорослях из зал. Ольга и акватории м. Овсянкина происходит через максимум в 2013 г. Содержание мышьяка меняется в зависимости от района произрастания сахарины японской. В водорослях зал. Ольга видна тенденция к постепенному его накоплению, а в водорослях, добытых около м. Овсянкина, концентрация мышьяка уменьшается и не превышает норму. Содержание кадмия находится в пределах 0,1–0,2 мг/кг водорослей (рис. 4).

Для оценки состояния промышленных запасов анфельции тобучинской в прол. Старка и бух. Перевозной исследовали динамику накопления токсичных элементов за период 2011–2014 гг. (рис. 5).

Анализ показал, что динамика накопления токсичных элементов зависит от места произрастания исследуемых водорослей. Концентрация мышьяка в анфельции тобучинской из прол. Старка постепенно повышается. В 2011–2013 гг. содержание мышьяка находилось в пределах установленной нормы. К 2014 г. количество мышьяка в водоросли возросло в 33 раза по сравнению с 2011 г и превысило ПДУ (5,0 мг/кг водоросли) (рис. 5).

Для анфельции из бух. Перевозной накопление мышьяка происходит волнообразно. Максимальные концентрации мышьяка, превышающие ПДУ в 2–2,5 раза, отмечены в четные годы. В нечетные годы содержание мышьяка находится значительно ниже ПДУ (рис. 5).



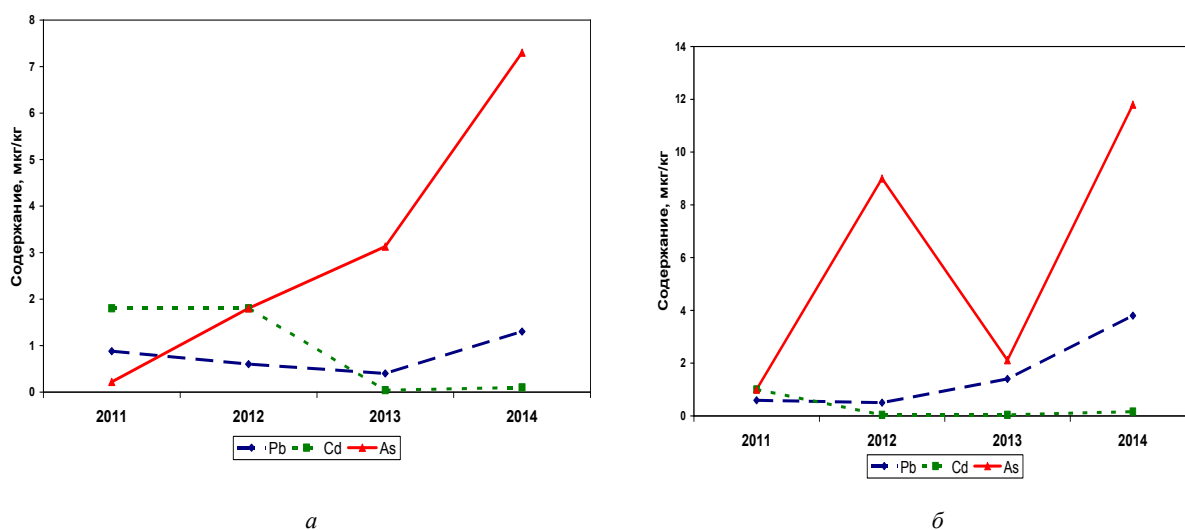


Рис. 5. Динамика содержания токсичных элементов в анфельции тобучинской прол. Старка (а) и бух. Перевозной (б) в 2011–2014 гг.

Наблюдается общая тенденция снижения концентрации свинца в анфельции из бух. Перевозной к 2012 г. и в водорослях из прол. Старка – к 2013 г. Уровень свинца в анфельции, добытой в 2011 г. в бух. Перевозная, незначительно превышает норму, в 2012 г. – находится на верхней границе ПДУ (0,5 мг/кг). В анфельции прол. Старка в 2011 г. концентрация свинца превышала установленную норму на 76%, в 2012 г. – на 20 %. К 2013 г. значение этого показателя опустилось ниже ПДУ на 20%. Это можно характеризовать как устойчивую тенденцию к снижению свинца за счет его перераспределения водными массами прол. Старка. В 2014 г. содержание свинца в водорослях из бух. Перевозной и прол. Старка превысило ПДУ в 3,0 и 2,5 раза соответственно.

Накопление кадмия анфельцией тобучинской имеет тенденцию к снижению. Содержание кадмия в 2011–2012 гг. превышало допустимый уровень в водорослях из прол. Старка. К 2014 г. его концентрация достигла нормируемых показателей. Уровень кадмия в анфельции из бух. Перевозной в исследуемый период времени находился значительно ниже установленной нормы (1,0 мг/кг).

Проведен анализ содержания токсичных элементов в промысловых водорослях Японского моря (сахарины японской и анфельции тобучинской) в период 2010–2014 гг. Установлена способность водорослей к избирательной сорбции различных концентраций токсичных элементов, зависящей от места произрастания. Установлено превышение ПДУ по содержанию свинца и мышьяка, показаны различия в динамике накопления токсичных элементов макрофитами. За исследуемый период концентрация свинца в сахарине японской из зал. Ольга и акватории м. Овсянкина уменьшается, в анфельции тобучинской увеличивается. По накоплению мышьяка зависимости не выявлено. Отмечена тенденция снижения уровня кадмия в исследуемых водорослях Японского моря от превышающих и пороговых значений до концентраций значительно ниже ПДУ.

### Литература

1. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы Дальневосточных морей: биология, распространение, запасы, технологии переработки. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2006. – 243 с.
2. Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2014 г. (краткая версия). – Владивосток: ТИПРО-центр, 2014. – 354 с.
3. Об утверждении инструкции о передаче данных государственного мониторинга водных биологических ресурсов подведомственными Федеральному агентству по рыболовству научно-

исследовательскими организациями и федеральными государственными учреждениями – бассейновыми управлениями по сохранению, воспроизводству водных биоресурсов и организации рыболовства в Федеральное агентство по рыболовству и его территориальные органы: Приказ № 1020 от 13 ноября 2009 г.

4. Ковековдова Л.Т., Лучиева Л.Н. Методические рекомендации по подготовке объектов внешней среды и рыбной продукции к атомно-абсорбционному определению токсичных металлов. – Владивосток: ТИНРО, 1987. – 23 с.

5. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденные Комиссией таможенного союза: Решение Комиссии таможенного союза № 299 от 28 мая 2010 г.

УДК 597.552.511(571.663)

**Ю.Б. Коржова, В.И. Карпенко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003,  
e-mail: Korshik\_92@mail.ru*

#### **КИЖУЧ ОСТРОВА БЕРИНГА**

Данная работа содержит биологическую характеристику одного из основных промысловых видов Алеутского района – кижуча (*Oncorhynchus kisutch*) в период его нерестового хода в реки о. Беринга в августе-сентябре 2013–2014 гг.

**Ключевые слова:** озеро Саранное, реки о. Беринга, длина, масса, возраст, коэффициент упитанности.

**U.B. Korzhova, V.I. Karpenko**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: Korshik\_92@mail.ru*

#### **COHO SALMON OF BERING ISLAND**

The biological characteristics of the main commercial species – coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) during spawning migrations in the rivers of Bering Island in august-september 2013-2014 years were presented in the article.

**Key words:** Sarannoe lake, the rivers of Bering Island, length, weight, age, coefficient of condition.

Командорские острова обладают уникальными запасами природных биологических ресурсов, изучению которых следует уделять повышенное внимание. Особое место среди них занимают представители водных биоресурсов. Ихтиофауна пресных водоемов о. Беринга не отличается большим разнообразием. В настоящее время известно, что в ней практически отсутствуют чисто пресноводные виды, исключение составляет лишь жилая форма кижуча – «байдарка». Остальные рыбы в той или иной степени связаны с морем и представлены проходными и полупроходными формами.

Водоемы острова населены представителями нескольких семейств. Семейство лососевых (*Salmonidae*) представлено мальмой (*Salvelinus malma*), малоротой корюшкой (*Hipomesus olidus*), а также тихоокеанскими лососями рода *Oncorhynchus* – нерка (*O. nerka*), кижуч (*O. kisutch*), гор-

буша (*O. gorbuscha*) и кета (*O. keta*). Также на острове обитают представители семейства *Gasterosteidae* – трехиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus*) и трехиглая колюшка (*Pungitius pungitius*) [1–4].

Для Алеутского района тихоокеанские лососи, в том числе кижуч, имеют высокое промысловое значение. Цель настоящей работы – дать биологическую характеристику кижуча некоторых водоемов о. Беринга в 2013–2014 гг.

Основным материалом для исследований явились собственные наблюдения за миграционной активностью рыб, а также сборы производителей кижуча на о. Беринга в период нерестового хода августе – сентябре 2013–2014 гг. Все полевые работы выполнены первым автором совместно с сотрудниками Командорского НИП (ФГБУ «Севострыбвод»), сотрудниками ГПБЗ «Командорский», а также при участии ООО «Алеутский рыбокомбинат» и родовой общины «Ангис». При обработке материала использовались основные методики сбора и обработки материала, описанные И.Ф. Правдиным [5]. При статистической обработке данных применялись методики, описанные Г.Ф. Лакиным [6].

Нерестовый ход кижуча в водоемы острова начинается в середине августа, а первые поимки фиксируются уже в начале августа. Средние биологические показатели производителей кижуча, отловленного в некоторых водоемах о. Беринга, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Длина и масса тела производителей кижуча в водоемах острова Беринга

Водоем	Год	Длина АС, см		Длина АД, см		Масса тела, г		Кол-во рыб, экз.
		Пределы	Среднее	Пределы	Среднее	Пределы	Среднее	
р. Каменка	2013	52,0–72,0	61,0	49,0–67,0	57,0	1460–3796	2294	36
	2014	55,0–77,0	66,0	50,0–67,0	61,0	1880–5760	3345	25
р. Гаванская	2013	50,0–71,0	58,0	47,0–67,0	54,0	1866–4306	2817	32
	2014	54,0–71,0	62,0	50,0–66,0	58,0	1860–5120	3228	48
оз. Саранное	2013	47,0–71,0	59,0	44,0–65,0	55,0	1464–4598	2891	109
р. Федоскина	2014	58,0–69,0	65,0	54,0–63,0	59,0	2240–4390	3502	25

Длина и масса тела производителей кижуча изменялись в разных водоемах. Так, средняя длина особей варьировала от 58 до 66 см, а масса тела от 2294 до 3502 г. Кижуч в р. Каменка отличался большими средними размерами, по сравнению с рыбами других водоемов о. Беринга. Наименьшими размерно-весовыми показателями обладали производители оз. Саранное, средняя длина которых составила лишь 59 см, а масса тела 2891 г. Кроме того, производители кижуча р. Гаванская имели значительную межгодовую вариабельность: средняя длина и масса в 2013 г. составляла 58 см и 2817 г, а в 2014 г. 62 см и 3228 г, соответственно.

Средние показатели коэффициента упитанности незначительно варьировали в разных водоемах (табл. 2). Так, средние значения коэффициента колебались в разных водоемах от 1,49 до 1,76. В частности, наиболее низкой упитанностью обладали рыбы р. Каменка, имеющие средние значения коэффициента 1,49 в 2013 г. и 1,59 в 2014 г.

Таблица 2

Коэффициент упитанности по Фультону кижуча водоемов о. Беринга

Водоем	Год	Коэффициент упитанности по Фультону	
		Пределы	Среднее
р. Каменка	2013	1,01–1,78	1,49
	2014	1,20–1,82	1,59
р. Гаванская	2013	0,83–3,07	1,76
	2014	1,30–2,0	1,67
оз. Саранное	2013	1,24–2,13	1,71
р. Федоскина	2014	1,42–1,93	1,66

В 2013 г. возрастная структура популяции кижуча р. Каменка была представлена двумя возрастными группами: 1.1+ (68,75 %), а также 2.1+ (31,25 %). Кижуч оз. Саранное в 2013 г. включал лишь одну возрастную группу: 2.1+ (рис. 1).

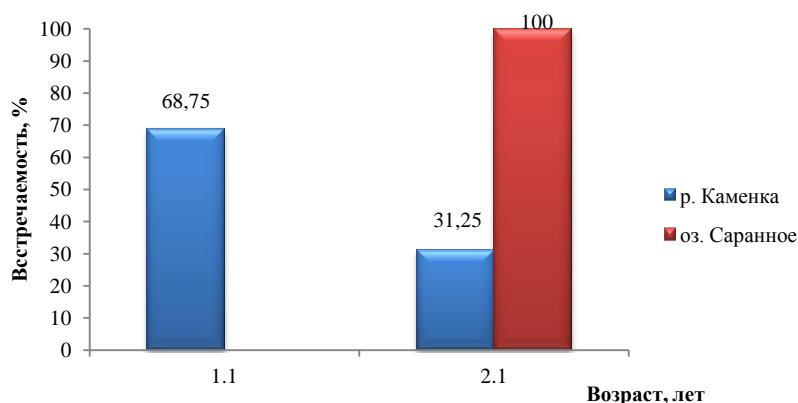


Рис. 1. Возрастная структура кижуча р. Каменка и оз. Саранное (2013 г.)

В 2014 г. кижуч р. Гаванская был представлен двумя возрастными группами: 1.1+ (2,6 %), а также 2.1+ (97,4 %) (рис. 2).

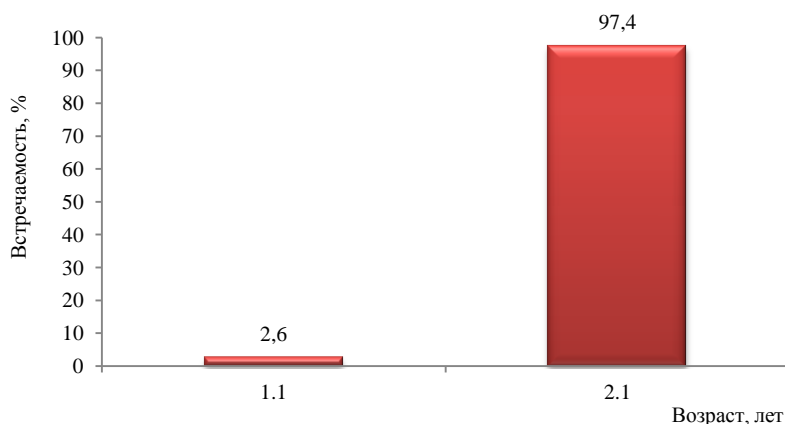


Рис. 2. Возрастная структура кижуча р. Гаванская (2014 г.)

Результаты наших исследований указывают на то, что при сравнении популяций р. Каменка с р. Гаванской у кижуча оз. Саранное пресноводный период несколько растянут. Жилая форма кижуча – «байдарка», к сожалению, в уловах пока не встречена.

Информация о возрастном составе и размерно-весовых показателях репродуктивной части популяции может быть использована для составления прогнозов величины нерестовых подходов, а также для определения численности и биомассы отдельных стад.

Кижуч является одним из трех видов лососей рода *Oncorhynchus*, которые активно используются промыслом. Единственное промышленное рыбодобывающее предприятие Алеутского р-на ООО «Алеутский рыбокомбинат» осуществляет промысел на р. Подутесной (горбуша) и р. Саранной (нерка, кижуч). Также лов лососей ведут родовые общины на р. Гаванской, р. Старая Гавань, р. Каменке. Кроме того, на некоторых водоемах острова существуют участки спортивного рыболовства.

Общий объем вылова лососей в Алеутском р-не, к примеру, за 2012 г. составил 122,6 т, в том числе кижуча было добыто лишь 1,4 т [7].

В перспективе возможно увеличение объема вылова, так как ведущие рыбодобывающие предприятия и родовые общины о. Беринга не осваивают предоставляемые им лимиты. Так, например, ООО «Алеутский рыбокомбинат» из предоставленных ему 100 т горбуши в 2012 г. смог освоить лишь 41,5 т, а НРО «Униках» и РОА «Агитуда» в этом году вовсе не занимались добычей лососевых рыб.

## Литература

1. Гребницкий Н.А. Список рыб, водящихся у островов Командорских и полуострова Камчатки // Вестн. рыбопромышленности. – № 6–7. – 1897. – С. 323–339.
2. Суворов Е.К. Командорские острова и пушной промысел на них. – СПб.: Департамент земледелия. – 1912. – 324 с.
3. Савваитова К.А., Максимов В.А. Голец (*Salvelinus alpinus*) (Salmoniformes, Salmonidae) вод о. Беринга (Командорские острова) // Зоол. журн. – 1975. – Т. 54, № 12. – С. 1847–1859.
4. Малютин А.М., Яковлев В.М., Минеева Т.В. Ихтиофауна пресных водоемов о. Беринга (Командорские острова) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс». – 2014. – С. 310–314.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность. – 1966. – 373 с.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. Издание 3-е, переработанное и дополненное. – М.: Высш. шк. – 1980. – 293 с.
7. Шитов Д.В. Отчет о работе Командорского НИП в 2012 г. – 2012. – 26 с.

УДК 639.2.081.7:681.883.072

**М.Ю. Кузнецов, А.Л. Фигуркин, В.И. Поляничко, Е.В. Сыроваткин**

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

### **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИНТАЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОД В ГОРИЗОНТАХ ЕГО ОБИТАНИЯ В ОХОТСКОМ МОРЕ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД**

Современная гидроакустическая аппаратура позволяет оценивать горизонтальную и вертикальную структуру скоплений исследуемых гидробионтов, а гидрологический зонд дает возможность получать данные о температуре воды на разных глубинах в районах проведения тралово-акустических съемок. Анализируются зависимости вертикального распределения биомассы минтая и температуры вод для стандартных биостатистических районов Охотского моря в весенний период.

**Ключевые слова:** Охотское море, гидроакустический мониторинг, минтай, эхолот, гидрологический зонд, температура воды, пространственное распределение, запас, биомасса.

**M.Y. Kuznetsov, A.L. Figurkin, V.I. Polyanchko, E.V. Syrovatkin**

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

### **WALLEYE POLLOCK DISTRIBUTION CHARACTERISTICS AND WATER TEMPERATURE OF ITS HABITAT HORIZONS IN THE OKHOTSK SEA DURING SPRING PERIOD**

Modern hydro acoustic equipment makes it possible to estimate horizontal and vertical structure of hydrobionts aggregations under study. The hydrological probe provides information about water temperature at varied depth throughout the area of trawl-acoustic survey. The study observes the relation of vertical biomass distribution of walleye pollock to the water temperature in the standard biostatistical areas of the Okhotsk Sea during spring period.

**Key words:** the Sea of Okhotsk, hydro acoustic monitoring, walleye pollock, echo sounder, hydrological probe, water temperature, spatial distribution, stock, biomass.

В последние годы для оценки распределения и запасов массовых видов гидробионтов активно используется дистанционный гидроакустический метод, получивший широкое применение в мировой рыбохозяйственной науке как независимый, оперативный метод мониторинга биоресурсов, альтернативный методам виртуальных популяций, траловых, икряных съемок и др. Современные научные эхолоты позволяют с высоким разрешением оценивать горизонтальную и вертикальную структуру скоплений гидробионтов. Гидрологические зонды измеряют с высокой дискретностью физические параметры среды. Такие инструменты, прошедшие процедуру калибровки, позволяют достаточно точно и объективно оценивать распределение плотности рыб и гидрологические условия их обитания на обследуемой акватории [1].

Целью данной работы являлось обобщение и анализ данных об особенностях распределения минтая и термических условиях в горизонтах его повышенных концентраций в различных районах Охотского моря в весенний период.

В качестве гидроакустической измерительной системы использовались установленные на судах ТИНРО-Центра специализированные научные эхолоты SIMRAD EK-60 с вертикально направленными антеннами 38 и 120 кГц, размещенными под килем судна [2]. Регистрация акустических данных производилась на двух частотах 38 и 120 кГц. Для количественной оценки численности и биомассы рыб использовалась частота 38 кГц. Навигационное сопровождение акустического комплекса осуществлялось с использованием системы спутникового позиционирования GPS. Исследования выполняли, объединяя массивы файлов постпроцессорной обработки эхограмм и гидрологических CTD-станций, полученных в ходе весенних рейсов ТИНРО-Центра в Охотское море в 2010–2014 гг. Были использованы данные об акустической плотности минтая с дискретностью 1 м по вертикали и 1 миля по горизонтали, а также по каждому из пяти размерных классов: 1–10 см, 11–20 см, 21–30 см, 31–40 см и более 40 см. В дальнейшем производилась выборка плотности минтая (тонн/миля<sup>2</sup>) каждого размерного класса и осреднение данных по глубине с дискретностью 10 м по площади статистических квадратов 30×60 миль, а также по акватории стандартных биостатистических районов. По профилям гидрологических станций аналогично рассчитывались соответствующие значения температуры, средней по 10-метровым слоям, средней по квадратам 30×60 миль и по биостатистическим районам. В результате для каждого квадрата 30×60' и биостатистического района Охотского моря были сгруппированы пары значений плотности минтая и температуры воды за ряд лет по слоям глубины с дискретностью 10 м. Можно ожидать, что в период нереста у половозрелого и неполовозрелого минтая будет разное отношение к такому фактору, как температура. Поэтому пары значений биомассы и температуры были сгруппированы отдельно для шельфа (глубина дна менее 150 м), где весной находится основная часть половозрелого минтая, пришедшего на нерест, и для внешнего шельфа и склона (глубины более 150 м), где обычно преобладает нагульная молодь минтая. На основании этих данных строились зависимости распределения плотности (биомассы) минтая в толще вод в зависимости от температуры ее слоев отдельно для шельфа и склона стандартных биостатистических районов, пример которых приведен на рис. 1. Затем определялись взвешенная по биомассе средняя глубина (центр концентрации минтая) и взвешенная по биомассе температура вод в слое обитания минтая по акватории каждого района.

Известно, что термическое состояние шельфовых вод и прилегающего верхнего склона северной части Охотского моря наиболее сильно зависит от интенсивности зимнего выхолаживания. Анализируемые съемки 2010–2014 гг., в которых выполнялся комплекс океанологических и акустических наблюдений, пришлось на годы, зимы которых по площади ледяного покрова характеризовались либо как малоледовитые (2011 и 2014 гг.), либо как умеренно-малоледовитые (2010 и 2013 гг.), и лишь зима 2012 г. была наиболее близка к среднемноголетним ледовым показателям. С учетом объемов продукции плотных шельфовых вод, сформированным на всем северном шельфе моря в эти годы (воды с температурой, близкой к замерзанию; соленостью выше 33,0‰ и плотностью более 26,6  $\sigma_\theta$ ), самым теплым из анализируемого ряда был 2014 г., самым холодным – 2012 г. В южном биостатрайоне № 8 (юго-западная Камчатка) на термические условия наряду с зимним выхолаживанием не менее сильно влияет интенсивность адвекции теплых вод, приносимых Западно-Камчатским течением. Поэтому здесь термические условия в анализируемые годы располагались в несколько другом порядке: самым теплым был также 2014 г., затем в порядке убывания шли 2011 и 2013 гг.; самым холодным был 2010, потом 2012 гг.

На рис. 1 в качестве примера приведены графики распределения биомассы минтая в толще вод в зависимости от температуры ее слоев, построенные отдельно для шельфа и для склона в биостатистическом районе № 8. Видно, что в наиболее холодном 2010 г. выхолаживание проникло в среднем до горизонта 50 м и температура составляла в среднем  $-1,5^{\circ}\text{C}$  – на шельфе и  $-0,5^{\circ}\text{C}$  – на склоне. В наиболее теплом 2014 г. выхолаживание достигало 40 м, а температура и на шельфе и склоне опускалась лишь до  $-0,1^{\circ}\text{C}$ . В теплые годы заметно ближе к берегу сдвигались изобаты, на которых отмечалась максимальная плотность нерестового минтая. В относительно холодном 2010 г. пик распределения нерестового минтая в районе № 8 отмечался на изобатах 60–90 м, в теплых 2014 и 2011 гг. – на изобатах 30–90 м.

Наблюдаются и более масштабные отличия в пространственном распределении минтая в «холодные» и «теплые» годы. Так, в холодные годы в западной части моря существенно уменьшалось количество минтая меньше 20 см, но при этом увеличивалась его численность в районе Залива Шелихова и вдоль Западной Камчатки. В теплые годы наблюдалась обратная картина – экспансия мелкого минтая на запад и высокие концентрации неполовозрелого минтая в Ямско-тауйском, Охотско-Лисянском и ИONO-Кашеваровском районах, как в 2014 г. (рис. 2). Отмечается также смещение центра концентрации более старших размерно-возрастных групп неполовозрелого минтая на большие изобаты.

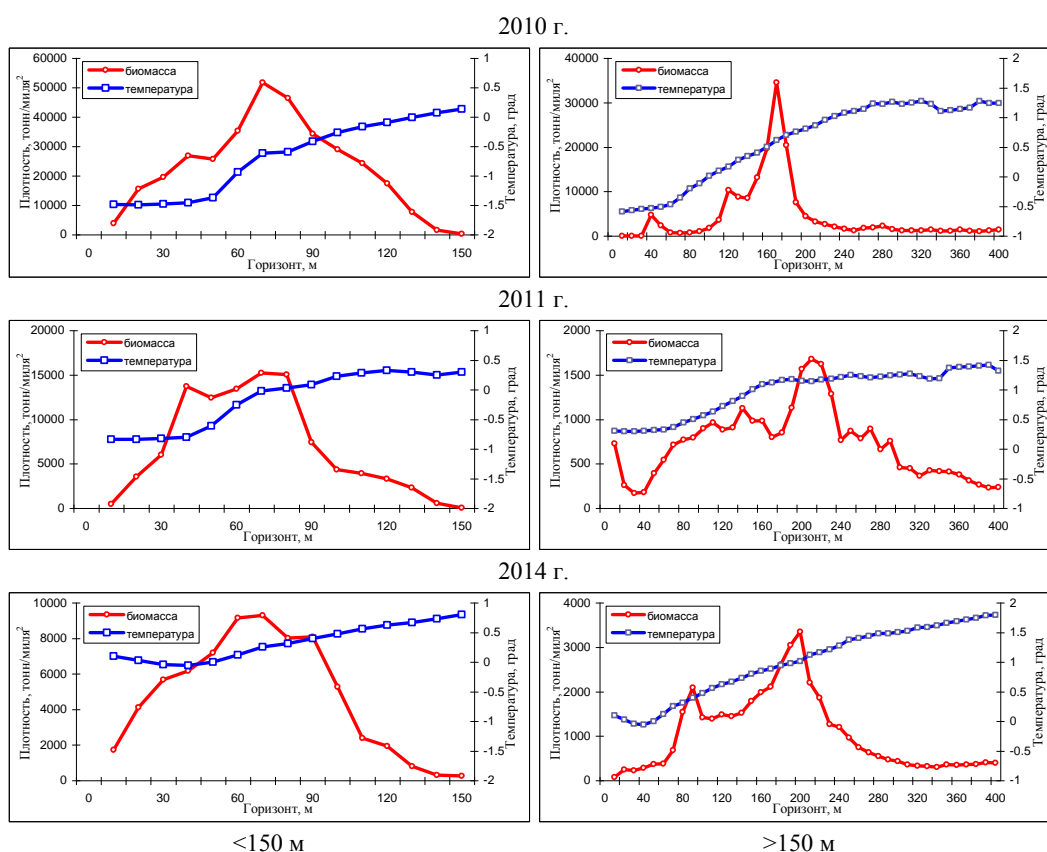


Рис. 1. Диаграммы вертикального распределения плотности минтая и температуры вод, средних по району юго-западной Камчатки (8 биостатистический район) весной 2010–2014 гг.; слева – распределение в пределах изобат шельфа 0–150 м, справа – в пределах изобат склона 150–400 м

На изобатах более 150 м во всех районах моря (кроме юго-западно-камчатского) после холодной зимы прослеживалось увеличение глубины обитания (заглубление центра концентрации) минтая по сравнению с теплыми годами (табл. 1). Скопления минтая, как правило, располагались ниже выхолаженных охотоморских вод: в основном термоклине или в верхней части промежуточных охотоморских вод, то есть предпочитали более высокую температуру (рис. 3). Возможно, это связано с тем, что за пределами шельфа в пелагиали в преднерестовый период обитает преимущественно неполовозрелый минтай. Температура в слое максимальных концен-

траций варьировала от  $-0,78^{\circ}\text{C}$  на севере (холодная зима) до  $+1,35^{\circ}\text{C}$  на юге Охотского моря (теплая зима). С прогревом увеличивалась плотность скоплений в сезонном слое скачка.

Таблица

Глубина концентрации минтая (А) и температура вод на данной глубине (Б) в биостатистических районах Охотского моря в весенний период 2010–2014 гг.

Год	Биостатистические районы																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м		
2010	119	214	121	181	95	149	81	124	82	175	-	200	98	171	75	175	-	239	99	158
2011	75	205	51	151	40	102	-	-	83	103	-	121	63	161	63	192	-	219	-	-
2012	107	185	58	154	26	123	108	153	62	158	-	188	50	180	66	180	-	211	71.163	-
2013	77	147	51	137	31	55	47	70	47	107	-	145	61	170	74	190	-	159	39.724	81.798
2014	95	200	62	124	59	72	48	130	104	122	-	136	50	169	62	173	-	162	24	120

Год	Биостатистические районы																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м	<150 м	>150 м		
2010	-0.97	-0.27	-0.75	0.18	-1.77	-0.78	-1.71	-1.62	-0.86	-0.31	-	1.04	-0.24	0.47	-0.65	0.24	-	1.13	-0.68	-0.37
2011	-0.63	-0.26	-1.00	0.21	-1.01	-0.66	-	-	-0.62	-0.45	-	0.10	-0.44	0.64	-0.09	0.80	-	1.35	-	-
2012	-0.60	-0.72	-1.38	-0.09	-0.85	-0.58	-1.14	-0.90	-0.71	0.21	-	0.76	-0.60	0.72	-0.15	0.51	-	1.24	-0.63	-
2013	-0.75	-0.77	-0.86	-0.11	-0.78	-0.45	-1.31	-1.27	-0.41	-0.25	-	0.59	-	0.81	0.15	0.51	-	0.41	-0.97	-0.54
2014	-1.04	-0.11	-0.78	0.13	-0.61	-0.13	0.40	-0.19	-0.13	0.12	-	0.67	-0.08	0.63	0.23	0.65	-	1.38	0.54	0.12

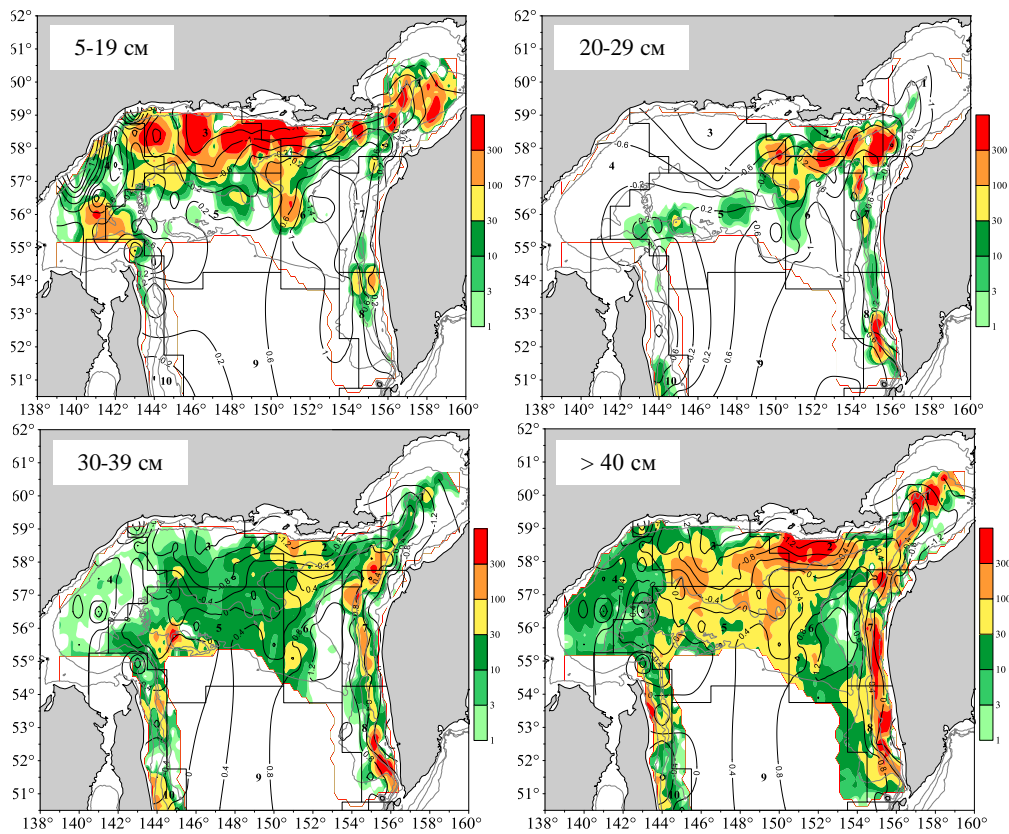


Рис. 2. Распределение минтая по размерным группам (тыс.экз./миля<sup>2</sup>) и температуры вод ( $^{\circ}\text{C}$ ) в горизонтах его обитания в 2014 г.

В отличие от свала глубин и глубоководной части моря, на шельфе (глубины дна менее 150 м) в весенний период находится основная часть крупного половозрелого минтая. Распределение биомассы по глубине в разные годы не связано с температурой вод в слое обитания минтая, как и при переходе от холодного к теплому году, так и обратно и даже наблюдается отрицательный тренд (рис. 1). Основная масса нерестового минтая в этот период придерживалась холодных охотоморских шельфовых вод. Крупный минтай встречался в основном при отрица-



тельных значениях температуры вод: в северной части моря до  $-1,8^{\circ}\text{C}$  и при  $-0,1^{\circ}\text{C}$  на юге (в ЮЗК районе). Высокие концентрации минтая на шельфе формировались в основном по периферии ПШВ (плотных шельфовых вод). С прогревом повышенная плотность скоплений отмечалась также в сезонном слое скачка (рис. 1, 3). Отмечено, что в холодные годы средневзвешенные по биомассе глубины обитания минтая на шельфе в юго-западно-камчатском и северо-западно-камчатском районах заметно увеличивались по сравнению с теплыми годами (табл.), т.е. скопления смещались от берега, что в большинстве районов связано с более интенсивным формированием ПШВ с температурой, близкой к замерзанию, участки распространения которых избегаются всеми размерными группами минтая. В заливе Шелихова в холодные годы границы распределения неполовозрелого минтая сдвигались мористее по изобатам на 10–40 м, а у половозрелых, нерестовых особей (более 40 см) изобаты обитания уменьшались на 20–30 м.

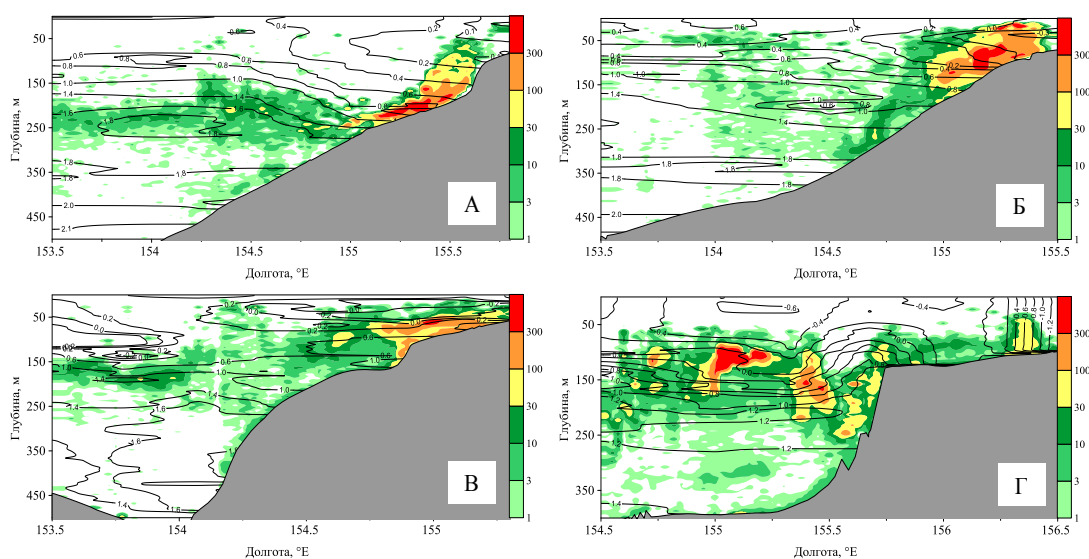


Рис. 3. Вертикальное распределение плотности скоплений минтая  $s_A$  ( $\text{м}^2/\text{млн}^2$ ) и температуры вод ( $^{\circ}\text{C}$ ) вдоль разрезов на Западной Камчатке в 2014 г.: А – 8 район; Б – граница 7 и 8 района; В – 7 район; Г – граница 7 и 1 района (вход в залив Шелихова)

Диапазон температур, при которых была учтена биомасса минтая на акватории Охотского моря за сравнимый ряд лет, составил от  $-1,82^{\circ}\text{C}$  (в 2010 и 2012 гг.) до  $2,4^{\circ}\text{C}$  (в 2014 г.) (рис. 4). При этом большая часть минтая (в основном это нерестующий минтай) – в среднем около 60% биомассы (максимально в 2010 г. – 67,3% и минимально 49,3% в 2013 г.) зарегистрировано при отрицательных и близких к нулю температурах: от  $-1^{\circ}\text{C}$  до  $0^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура вод в слоях наибольших концентраций минтая составила  $-0,3^{\circ}\text{C}$  в 2010 г. и  $-0,1^{\circ}\text{C}$  в 2014 г. Отмечено, что в относительно теплые годы увеличивалась доля рыб, обитающих при более высоких положительных температурах (больше  $0^{\circ}\text{C}$ ) по сравнению с холодными годами (17% в 2010 г., 27% в 2011 г. и 28% 2014 г., правая ветвь – рис. 4). Межгодовую динамику средневзвешенных по биомассе температур в горизонтах обитания минтая определяет больше доминирование в размерно-возрастном составе половозрелых и неполовозрелых рыб, предпочитающих для обитания различные температурные условия, чем «холодный» или «теплый» тип года.

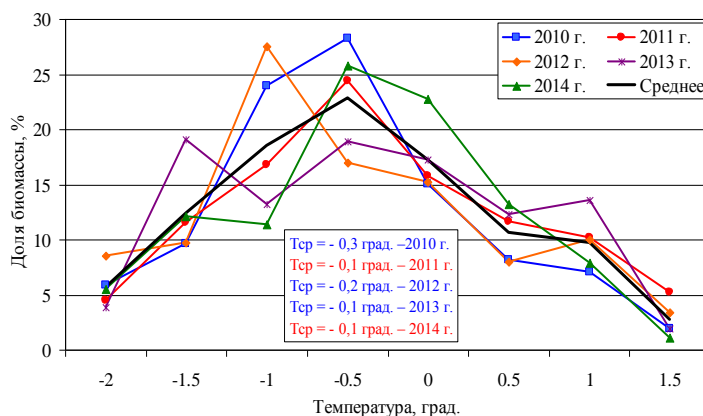


Рис. 4. Температура вод в горизонтах обитания минтая на акватории Охотского моря в весенний период 2010–2014 гг.

Выявлены особенности пространственного распределения и температурные условия в горизонтах обитания плотных скоплений минтая в различных районах Охотского моря в весенний период 2010–2014 гг. Данные будут использоваться для оценки влияния факторов среды на распределение различных размерно-возрастных групп минтая и подготовки рекомендаций по рациональному ведению промысла в Охотском море.

#### Литература

1. Кузнецов М.Ю. Гидроакустические средства и технологии их использования при проведении биоресурсных исследований ТИНРО-Центра // Изв. ТИНРО. – 2013. – Т. 172. – С. 20–51.
2. Operator manual for Simrad EK60 Scientific Echo Sounder application. – Simrad AS, 2004. – 172 с.

УДК 582.533(265.54)

**В.Н. Кулепанов, Д.А. Соколенко, Л.Г. Седова**

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

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАРОСЛЕЙ ЗОСТЕРЫ В ПРИБРЕЖЬЕ ПРИМОРЬЯ

Описывается современное состояние полей зостеры в прибрежье северного Приморья. Приводится сравнение площадей и запасов полей зостеры с исследованиями 70-х годов XX века.

**Ключевые слова:** морские травы, зостера, запасы.

**V.N. Kulepanov, D.A. Sokolenko, L.G. Sedova**

*Pacific Scientific Resear,  
Vladivostok, 690091  
e-mail: kulepanov@tinro.ru*

### MODERN CONDITION OF ZOSTERA BEDS IN THE COASTAL WATERS OF PRYMORSKY REGION

The description of modern condition of *Zostera* beds in northern coast of Primorski Krai is given. The areas and stocks of *Zostera* beds have not changed in comparison with researches of 1970s.

**Key words:** seagrass, *Zostera* beds, stocks.

Морские травы *Zostera marina* L. и *Z. asiatica* Miki. одни из немногих цветковых растений, приспособившиеся жить в морской среде. Формируя большие площади монодоминатных зарослей в прибрежной зоне, они скрепляют песчаные грунты, образуя своеобразный ландшафт, где обитают многие рыбы и беспозвоночные, находя здесь пищу, укрытие от хищников и субстрат для нереста. Заросли морских трав уменьшают гидродинамику и способствуют усилению осадконакопления в местах своего произрастания. Ранее в Приморье морские травы активно осваивались промыслом [1]. Зостера и филлоспадикс использовались как изоляционный материал при строительстве и для набивки мебели, как сырье для изготовления тканей и бумаги. В настоящее время из морских трав получают полипептид зостерин, используемый в качестве энтеросорбента тяжелых металлов, радионуклидов и при лечении желудочно-кишечных заболеваний [2]. Исследования по распространению и оценке запасов полей зостеры в северном Приморье проведены Л.Г. Паймеевой в 1970-е годы [3–5]. В 1991 г. выполнены исследования с использованием водозлазов и автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА) «Скат».

Зостера морская (*Z. marina*) растет на мелководье в защищенных участках, в бухтах и заливах на песчаных и илисто-песчаных грунтах, занимая довольно большие площади. Вид является эвригалинным и нормально растет при колебаниях солености от 9 до 33‰ [6]. Зостера азиатская (*Z. asiatica*) в отличие от зостеры морской приурочена к открытым побережьям и песчаным грунтам. В бухтах и заливах, где действие волн ослаблено, ее заросли начинаются с глубины 3–4 м, а у открытых берегов – с 9–13 м. Нижняя граница произрастания зостеры в местах с высокой прозрачностью воды и пологим дном проходит на глубине 20–21 м. Биомасса *Z. marina* достигает 3,6 кг/м<sup>2</sup>, средняя 1,5 кг/м<sup>2</sup>. Биомасса *Z. asiatica* колеблется от 1,2 до 3,5 кг/м<sup>2</sup> [3]. В настоящее время зостера в Приморье не добывается, штормовые выбросы не собираются.

Цель работы – дать описание современного состояния полей зостеры в прибрежье северного Приморья, оценить изменения, произошедшие с 1970-х годов.

Исследования проводили в прибрежье северного Приморья от мыса Поворотный до мыса Гиляк в 2003–2011 гг. на НИС «Гастелло», «Потанино», «Убежденный». Водолазные работы выполняли от уреза воды до глубины 20 м по стандартной методике. Расстояние между разрезами и станциями составляло 300–500 м. На станции оценивали проективное покрытие дна растительностью, бралась проба растений с площади 0,25 м<sup>2</sup>. Измеряли длину листьев и определяли общую массу пробы с пересчетом на 1 м<sup>2</sup>. Всего было взято более 200 проб. Запасы и площадь зарослей морских трав определены с помощью программы MapInfo с учетом средних показателей биомассы.

Заросли зостеры располагаются вдоль прибрежья северного Приморья, на песчаных грунтах на глубинах от 3 до 16 м. Заросли морских трав выделяют в специфический ландшафт – сегетий [7]. Поля зостеры расположены чаще в северном прибрежье, это район от мыса Надежды до реки Пея.

По данным исследований Л.Г. Паймеевой [3], проведенным в 1975 и 1977 гг., наиболее крупные участки зарослей зостеры азиатской сосредоточены в заливах Ольги, Рында, Китовое Ребро, а также в бухтах Голубичной, Терней и районе севернее мыса Речного (таблица).

Таблица

Площади и запасы зостеры в прибрежье северного Приморья

Район расположения зарослей	Исследования 1970-х годов		Исследования 2000-х годов	
	Площадь, га	Запас, т	Площадь, га	Запас, т
Б. Соколовская	18	130	48	338
Б. Кит	27	162	195	481
Б. Милоградово	30	180	178	1051
Б. Матросская	36	216	5	18
Б. Моряк-Рыболов	108	389	137	667
Б. Евстафия	120	900	265	1021
Р-н южнее м. Низменного	18	108	268	1260
Зал. Ольги	182	2531	166	347
Р-н пос. Лидовка	18	65	166	91
Р-н южнее зал. Опричник	42	151	152	560
Зал. Китовое Ребро	370	1776	205	1193
Сев. зал. Рында	40	284	293	1811
Зал. Рында	600	11760	415	3382
Б. Голубичная	192			
Б. Терней	90	2520	399	1515
Сев. М. Александра			175	
Сев. м. Речной	270	3024	335	2150

Исследования 2000-х годов показали, что крупные поселения зостеры не изменили своего местоположения за прошедшие 30 лет. Если сравнивать данные площадей и запасов полей зостеры по районам, полученные в 1970-е и в 2000-е годы, можно отметить, что в отдельных районах площади зарослей существенно не изменились (зал. Ольги, бухта Моряк-Рыболов), в других районах отмечено увеличение площади зарослей (бухты Кит, Милоградово), а в других наоборот, их снижение (зал. Рында, бухта Матросская).

Для исследований 1970-х годов характерны более высокие показатели биомассы. Это связано с тем, что Л.Г. Паймеевой учитывалась и масса корней. В наших исследованиях измерялась только масса листьев, что не позволяет корректно сравнивать запасы. Наша сетка станций не совпадала с сеткой станций, выполненной Л.Г. Паймеевой, что могло внести различия в оценку площадей. В результате при увеличении общей площади полей в прибрежье северного Приморья с 2,2 тыс. га до 3,2 тыс. га запасы зостеры снизились с 24 тыс. т до 16 тыс. т. Снижение запасов наиболее существенно для заливов Ольги и Рында.

Тем не менее проведенные исследования не дают нам основания говорить о сокращении площадей и запасов zostеры в прибрежье северного Приморья за последние 30 лет. Выявленные колебания скорее связаны с методическими особенностями проведения учетных съемок.

### Литература

1. Кардакова Е.А., Кизеветтер И.В. Морские травы Дальнего Востока. – Владивосток: Приморское кн. изд-во, 1953. – 89 с.
2. Логенко Ю.Н., Артюков А.А., Козловская Э.П. и др. Зостерин: Монография. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 211 с.
3. Паймеева Л.Г. Распространение и запасы zostеры в Приморье от м. Поворотного до м. Белкина // Исслед. по биологии рыб и пром. океанографии. – Владивосток: ТИНРО, 1979. – Вып. 10. – С. 149–154.
4. Паймеева Л.Г. Динамика запасов zostеры в заливе Петра Великого // Рыбохозяйственные исследования умеренных вод Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО, 1980. – С. 127–130.
5. Паймеева Л.Г. Продукция zostеры (*Zostera marina* L. и *Zostera asiatica* Miki) залива Петра Великого // Промысловые водоросли и их использование. – М.: ВНИРО, 1981. – С. 68–73.
6. Паймеева Л.Г. Биология *Zostera marina* L. и *Zostera asiatica* Miki Приморья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1984. – 24 с.
7. Арзамасцев И.С., Преображенский Б.В. Атлас подводных ландшафтов Японского моря. – М.: Наука, 1990. – 224 с.

УДК581.9(470.62/.67):614

**А.Б. Курков, М.С. Дементьев**

*ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», институт МиЕН,  
Ставрополь, 355029  
e-mail: dement@mail.ru*

### **РАСТЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ, КОНТАКТНО УГРОЖАЮЩИЕ ЧЕЛОВЕКУ**

Использование природных ресурсов иногда связано с некоторыми рисками. В Центральном Предкавказье и на прилегающих горных территориях можно насчитать несколько десятков растений, при непосредственном контакте с которыми возникают порезы, ожоги и отравления у людей. В большей степени этим негативным воздействиям подвержены туристы, которые не имеют достаточных представлений о местной флоре. Туристические организации не реагируют должным образом на сложившуюся ситуацию. При этом они ссылаются на отсутствие необходимой информации. Подобная ситуация, возможно, сложилась и в других регионах России.

**Ключевые слова:** Центральное Предкавказье, опасная флора, виды, повреждения тела, ожоги, отравления.

**A. B. Kurkov, M. S. Dementjev**

*Federal state Autonomous educational institution of higher professional  
education "North-Caucasian Federal University, Institute of mien,  
Stavropol, 355029,  
e-mail: dement@mail.ru*

### **PLANTS OF THE CENTRAL CAUCASUS AND ADJACENT MOUNTAIN AREAS THREATENING CONTACT PERSON**

The use of natural resources is sometimes associated with some risks. In Central Ciscaucasia and the surrounding mountain areas there are dozens of plants in contact with which you are experiencing cuts, burns and poisoning in humans. These negative influences affected mostly tourists, who do not have enough ideas about

local flora. Tourism organizations do not respond properly to the situation. They refer to the lack of necessary information. A similar situation probably exists in other regions of Russia.

**Key words:** Central Ciscaucasia, dangerous flora, species, body injuries, burns, poisoning.

Центральное Предкавказье, а особенно его предгорные и прилегающие горные районы являются местами массового посещения туристами из России и зарубежья. Особенно известны курортно-туристические территории: Кавминводы, Домбай, Архыз, Приэльбрусье, озеро Маныч и другие. В последнее время этой отрасли народного хозяйства придается огромное значение, происходит ее развитие. Например, новый туристический кластер – город Дукка (район Архыза) планирует в недалеком будущем принимать до 5 млн человек в год.

Вместе с тем туристические организации, уделяя определенное внимание общим проблемам безопасности туристов, не реагируют на вызовы окружающей среды, которые практически не подлежат регулированию. Например, определенную угрозу представляют собой некоторые растения, представляющие интерес для туристов из-за своей внешней привлекательности.

В нашем регионе обитает более 2,5 тыс. сосудистых растений [1,2], из которых более ста реально угрожают здоровью и даже жизни человека. Если местное население в некоторой мере знакомо с этими растениями, то приезжие люди практически остаются в неведении об их опасности. К сожалению, организаторы туристического отдыха не желают предупреждать туристов о необходимости соблюдения соответствующих мер безопасности. По нашим представлениям эта проблема существует и в других регионах России. В этой связи краткое сообщение о растениях, угрожающих человеку, вполне актуально.

Исследования проводили в течение 2010–2014 гг. на туристических кластерах вышеуказанных территорий в вегетационный период обычными ботаническими методами [3–5].

Прежде всего, необходимо отметить растения, оказывающие прямое физическое влияние при контакте с ними. Всем хорошо известна, например, крапива двудомная и ожоги, которые она вызывает. О других подобных растений люди знают меньше.

Например, опасны красивые, высокие и стройные ясенцы с фиолетовым жилкованием (голостолбиковый и кавказский), образующие значительные заросли. Есть у этих растений очень любопытное свойство. Если к нему поднести зажженную спичку (или курить рядом с ними), то происходит взрыв эфиров, выделяющихся из растений. Также опасны цветы и коробочки с семенами. В момент прикосновения к ним человек ничего не чувствует (в этом главный подвох), но потом, через некоторое время на коже в месте прикосновения образуется химический ожог второй степени. Ожоги со временем заживают, но бесследно не исчезают, так как остаются малоэстетичные рубцы и шрамы, обширные темные пятна.

Сильным эфирносом является и болиголов пятнистый. Человек может отравиться при соприкосновении с листьями, побегами, соцветиями и даже при длительном вдыхании эфиров растения. К этому растению необходимо подходить только с наветренной стороны.

Особую опасность для туристов представляют борщевики (сибирский, жесткий и Мантегацци), особенно в горах, где они могут достигать значительной высоты – более 3 метров. Эта особенность вызывает реальный интерес туристов. Часто интерес к этим растениям подогревается самими экскурсоводами. Между тем эти растения вызывают тяжелый дерматит, связанный с повышением фоточувствительности кожи. Последнее способствует тяжелому загару даже в условиях небольшого количества солнечного света. На теле появляется сыпь с дальнейшим появлением пузырей. Подобный фотоэффект проявляется также при соприкосновении с диким пастернаком.

Определенную опасность может вызывать красивое однолетнее травянистое растение, стелющееся или карабкающееся – очный цвет полевой. Прикосновение к его листьям может вызывать тяжелую аллергическую реакцию – дерматит.

В некоторых случаях даже плющ кавказский может вызывать ожог тела в виде сыпи, а иногда в виде темных полос на теле у людей, склонных к аллергическим реакциям. Однако у многих туристов имеется привычка делать из этого растения качели и другие приспособления для развлечений.

Особо опасен анабазис (ежовник) безлистный, контакт которого с кожей и слизистыми вообще недопустим, а его сбор для лекарственных целей предусматривает использование защитной одежды. Опасность этого растения велика и потому, что оно не имеет листьев, а поэтому может быть принято за безвредный пучок какого-то кустарника.

Переступень двудомный оказывает также резкое раздражающее действие на кожу. Его сбор для лекарственных целей должен быть правильно организован с целью предохранения от ожогов кожи.

В последние годы на Кавказе широко культивируются различные виды токсикодендронов, например, сумах ядоносный (лаковое дерево). Люди, сорвавшие ветки сумаха, заболевают тяжелым дерматитом – на коже появляются сыпь и пузыри, поднимается температура. Зарегистрированы и смертельные случаи отравления этим растением.

Волчегондик смертельный (волчье лыко) опасен из-за красивых цветов и ярких красных ягод. Однако при попадании сока этого растения на кожу возникают явления раздражения: боль, краснота, отек, затем пузыри и язвы. При попадании сока на слизистые покровы может даже наступить смерть.

К ветренице (анемона) дубравной, как и ее родственникам (пучковатая, лютичная, кавказская, приятная, лесная), также лучше не прикасаться, так как при попадании на кожу рук сока этого растения возникают сильные ожоги, вплоть до образования пузырей. При этом обожженные места очень медленно заживают. Даже обычное вдыхание паров приводит к тяжелым отравлениям – головным болям, головокружению, тошноте, рвоте, боли в области печени и селезенки, бессоннице. Такое состояние длится несколько дней. При сильном отравлении может наступить смерть.

В горной местности в нашем регионе часто встречаются заросли рододендронов (желтый и кавказский или азалия). Местное население активно продает туристам сушеные листья этих растений, как «горный чай». Между тем эти растения выделяют в воздух самые разнообразные биологически активные вещества. В этой связи заросли этих растений необходимо проходить максимально быстро и не ставить рядом с ними палатки. Это же относится к багульнику болотному, который все чаще появляется в культуре нашего региона.

Существуют и другие растения, выделения которых в атмосферу отражаются на состоянии человека. Например, вблизи широко распространенного декоративного тиса ягодного у человека при длительном нахождении рядом с ним наблюдаются головные боли.

Наиболее известны выделения дурмана обыкновенного, который становится все более популярным в цветочных посадках. В жаркое время при отсутствии ветра выделения концентрируются вокруг растения. Не желательно засаживать таким «декором» территорию около детских площадок, учреждений, кафе и так далее.

Существует также множество ядовитых растений, которые опасны для человека без употребления вовнутрь, то есть при физическом контакте с ними. Чаще всего это связано с выделением млечного сока при повреждении растения, например, при его сборе и других случаях контакта. Многим людям с детства известно действие соков молочаев (солнечный, хрящеватый, мохнатый, остистый, Сегиеров, степной, чешуйчатый, серповидный, Норманна, скалолюбивый, ранний, Буасье, грузинский, волнистый, тонкостебельный, острый, приземистый и обыкновенный) на кожу при нанесении на нее надписей и рисунков, например, в виде шутки в детских лагерях отдыха. Иногда это повторяется и во взрослом состоянии. Однако это может вызывать кожные высыпания и другие обширные раздражения, а также общее недомогание. В некоторых случаях следы от применения этих соков сохраняются долгие годы.

Нежелательное воздействие на кожу также сока растения сон албанский, ожоги от которого могут достигать 2 степени. Иногда похожее воздействие оказывает также барвинок травянистый. А сильнейший яд белены черной просто проникает через кожу с последующим тяжелым отравлением.

Подобные негативные последствия, особенно при попадании на слизистые части кожи, а часто с частичной потерей зрения вызывают также лютики, биоразнообразие которых в нашем регионе достаточно велико – не менее 10 видов (ядовитый, ползучий, кавказский, Байдары, горный, клубневой, Мейера, дубравный, полевой и остроплодный).

Отдельно необходимо упомянуть о растениях, которые наносят человеку другие телесные повреждения. Известно, что почти все осоки могут вызывать глубокие порезы при попытке их сбора. Но особенно опасно полуводное растение меч-трава (пила), крупная осока с пильчатыми краями. По легендам эта трава даже может быть сравнена с саблей по глубине наносимых ран.

Очень неприятно и даже опасно держи-дерево (христова колючка). Прилистники этого растения в виде колючек (по две на каждом прилистнике – одна прямая, другая загнута крючком), тем сильнее держат человека, чем он двигается больше. Выбраться на свободу в данном случае удастся лишь путем больших повреждений тела.

В данной работе были приведены лишь растения, опасные при прямом физическом контакте с ними. Существует также огромная группа растений, которые ядовиты при потреблении вовнутрь или целенаправленном применении снаружи. В своем большинстве это так называемые лекарственные растения. Но в этом случае для предохранения человека достаточно правила: «Не уверен – не трогай и не используй».

В целом опасные растения как часть природного ресурсного потенциала активно обсуждаются в социальных сетях, но специализированные туристические организации продолжают обходить эту проблему. Приведенные факты, возможно, будут способствовать возникновению интереса в научном сообществе в этом направлении науки.

### Литература

1. *Иванов А.Л.* Конспект флоры Ставрополя. 2-е издание, испр. и доп. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2001. – 200 с.
2. *Литвинская С. А., Муртазалиев Р.А.* Атлас растений природной флоры Кавказа. – М.: Фитон XXI, 2013. – 688 с.
3. *Галушко А.И.* Флора Северного Кавказа. Определитель (в 3-х томах). – Ростов/н/Д.: Изд-во Ростовского университета, 1978–1980. – 319+352+328 с.
4. Учебно-полевая практика по ботанике / М.М. Старостенкова, М.А. Гуленкова, Л.М. Шафранова, Н.И. Шорина. – М.: Высшая школа, 1990. – 191 с.
5. *Чухлебова Н. С.* Летняя учебная практика и самостоятельная работа студентов по ботанике: Учеб.-метод. пособие. – Ставрополь: АГРУС, 2006. – 68 с.

УДК [631.22:636.4]:504.5(571.66)

**Л.В. Миловская, И.В. Минеев**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: 19lvmil@gmail.com*

### **НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СВИНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «СОКОЧ» НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Рассмотрены экологические последствия ввода в эксплуатацию экофермы «Сокоч». Установлено, что проектирование свинофермы «Сокоч» проведено без проведения экологической экспертизы и с многочисленными нарушениями при строительстве и эксплуатации, что обуславливает загрязнение воздуха, воды и почвы.

**Ключевые слова:** свиноводство, животноводческие комплексы, свиноферма «Сокоч», экологические нарушения, загрязнения окружающей среды.

**L.V. Milovskaya, I.V. Mineev**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: 19lvmil@gmail.com*

### **NEGATIVE INFLUENCE OF PIG-BREEDING COMPLEX SOKOCH ON ENVIRONMENTAL COMPONENTS**

Ecological consequences of putting into operation an ecofarm «Sokoch» were considered. It is established that design of Sokoch pig farm was carried out without environmental examination and with numerous violations during building and operation that causes air, waters and soils pollution.

**Key words:** pig-breeding, livestock complexes, pig farm «Sokoch», ecological violations, environmental pollutions.

Животноводческие фермы и комплексы являются серьезными источниками загрязнения почвы и, особенно, водных объектов, вызывая эвтрофирование и атмосферного воздуха, являясь источниками запахов, вредных газов и микроорганизмов.

Свежий свиной навоз относится к третьему классу опасности. Спецификой свинокомплексов являются неорганизованные выбросы – пруды-отстойники, навозохранилища, очистные сооружения, дающие до 99,5% от общей массы выделений. Особую опасность создают жидкие навозные стоки.

Свинокомплекс компании «Агротек» на 12 тысяч голов введен в эксплуатацию в конце 2012 г. без очистных сооружений, но позиционирован как экоферма. Строительство свинокомплекса «Сокоч» осуществлено на базе бывшего совхоза «Начикинский» в п. Сокоч, Начикинского сельского поселения, Елизовского района Камчатского края. Инвестор – ЗАО «Агротек Холдинг». Расстояние от аэропорта в г. Елизово до п. Сокоч – 70 км.

При создании проекта не учитывались ни географическая расположенность, ни роза ветров, также не проводились общественные слушания. При проведении проектирования, строительства и эксплуатации экофермы «Сокоч» нарушены нормы технологического проектирования; ветеринарно-санитарные правила для специализированных свиноводческих предприятий; СанПиН; Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25 сентября 2007 г. № 74 г.; Федеральный закон об экологической экспертизе; Федеральный закон о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения; Федеральный закон об охране окружающей среды; Водный кодекс Российской Федерации; Конституция РФ [1].

Оборудование для строительства свинофермы поставлялось ООО «Биг Дачмен» (г. Москва), выполнение монтажных работ – ООО «17 кварталов» (г. Петропавловск-Камчатский). Были установлены следующие виды систем:

- система навозоудаления для всех корпусов; система кормления для участков осеменения /ожидания и хрячника;
- система поддержания теплового режима для участка откорма и хрячника;
- система поения для участка осеменения/ожидания и хрячника;
- система содержания для участка осеменения/ожидания, хрячника.

Поставка стада в количестве 728 животных осуществлена 17.01.2012 г. по контракту с компанией «Интернейшенл Генетикс Лимитед» (Онтарио, Канада). В конце 2012 г. предприятие вышло на полную производственную мощность, которая предусматривает ежегодное выращивание на откорм 12 тыс. голов свиней. На 01 января 2014 г. на свиноферме содержалось 7825 голов свиней. В 2013 г. среднегодовое поголовье свиней на предприятии составило 7885 голов. В течение года родилось 16770 голов поросят. За 2013 г. было выращено и сдано на убой 12730 голов свиней средней живой массой одной головы 109 кг.

В каждом помещении предусмотрено автоматическое управление оптимальным микроклиматом. Предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с работой в автоматическом режиме. Воздух поступает в корпуса через приточные стенные клапаны, а «отработанный» воздух удаляется через вытяжные каналы.

В станках для содержания свиней предусмотрены полы с бетонным покрытием, имеющие уклон 2% в сторону навозоприемных каналов и решетчатый пол из сборных пластиковых и железобетонных решеток.

Для удаления навоза в корпусах применяется самосплавная система периодического действия. По данной системе в корпусах продольные навозоприемные каналы разделены бетонными перегородками на ванны. В центре каждой навозосборной ванны предусмотрен прямоток для сбора жижи. Удаление навоза осуществляется с частотой не более 5 сливов поочередно из всех животноводческих помещений. По мере накопления навоза в ваннах он удаляется по трубопроводам в коллектор, размер которого составляет 40 м<sup>3</sup>. Сливное отверстие трубопровода плотно закрывается пробкой.

Навозные стоки поступают в поперечный канал и далее по наружному коллектору канализации навозоудаления до цеха разделения навозных стоков на фракции, располагающиеся в отдельном помещении.



Периодичность работы цеха разделения навоза составляет 1 раз в неделю. Жидкая фракция по трубопроводу поступает в лагуны, объем которых составляет 10 тыс. т. По правилам, жидкая фракция безподстильного навоза свиней и крупного рогатого скота должна накапливаться и храниться в секционных прудах-накопителях. Пруды-накопители должны иметь санитарно-защитные зоны и находиться от животноводческих помещений на расстоянии не менее 60 м и от жилой застройки – не менее 500 м. Их нельзя располагать в замкнутых долинах, котловинах и других территориях, не обеспеченных естественным проветриванием. Они должны размещаться с подветренной стороны господствующих ветров теплого периода года по отношению к зданиям и сооружениям животноводческого предприятия и ниже водозаборных сооружений предприятия, но по возможности на возвышенностях. Территория с прудами-накопителями должна огораживаться, устраивают поверхностный водоотвод и высаживают деревья (защитные лесополосы) шириной до 10 м [2].

Твердая фракция по мере накопления транспортируется в бывшие силосные траншеи, расположенные на территории свинофермы. По правилам, хранить и дегельминтизировать твердую фракцию (биотермическим способом) можно в полевых условиях на участках с глубоким залеганием грунтовых вод и с наличием слабофильтрующих или нефилтрующих грунтов, но почвы на территории свинокомплекса легкопроницаемые и хорошо фильтрующие, что свойственно для всех вулканических почв Камчатки [3].

Обеззараживание навоза происходит биологическим способом. Исходя из имеющегося поголовья, общее количество навоза за сутки при бесподстильном содержании свиней составляет 77 т, за год – около 28,2 тыс. т.

Свинокомплекс «Сокоч», позиционируемый как экоферма, был введен в эксплуатацию с многочисленными нарушениями экологических требований:

1. Минимальное расстояние от границы промплощадки № 1 до границы жилой застройки – 335 метров при минимальной норме размера санитарно-защитной зоны 500 метров для свиноферм (относящимся ко второму классу опасности). Но для комплексов с численностью свиней от 12 до 54 тыс. голов расстояние должно составлять 1500 м от жилой застройки согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [4].

2. Проектирование свинокомплекса проводилось без учета географической расположенности и розы ветров. При проведении проектирования, строительства и эксплуатации так называемой экофермы нарушены нормы технологического проектирования, ветеринарно-санитарные правила для специализированных свиноводческих предприятий ч. 1. Ст 51; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 ; Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25 сентября 2007 года № 74; Федеральный закон об экологической экспертизе (глава 7, ст. 30 ч. 2, 7); Федеральный закон о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения(глава 1, ст. 1, 4); Федеральный закон об охране окружающей среды (ст. 3, ст. 39); Водный кодекс Российской Федерации (глава 6, ст. 65) [5].

3. Запрещается выбор участков для строительства свиноводческих комплексов на месте бывших животноводческих помещений, скотомогильников и навозохранилищ. Но на месте, где построен свиноводческий комплекс, ранее находилась животноводческая ферма по разведению крупного рогатого скота [6].

4. Свинокомплекс был введен в эксплуатацию без очистных сооружений. Рядом протекает нерестовая река Плотникова (относится к водоемам рыбохозяйственного значения высшей категории), до берега которой от стен свинокомплекса примерно 200 метров. Лагуны для жидкой фракции навоза расположены на мелиоративном поле, с четырех сторон омываемом дренажными каналами, которые соединяются и впадают в нерестовую реку Плотникова.

5. Твердая фракция навоза складировается, имеет открытый доступ к воздуху и расположена в непосредственной близости от жилых домов, на фотографии хорошо видно, насколько близко находится складирование твердой фракции навоза (рис. 1). С талым снегом загрязненные потоки стекают в нерестовую реку Плотникова (рис. 2).

6. Эксплуатация свинокомплекса осуществляется при отсутствии очистных сооружений для загрязненных поверхностных (ливневых) стоков, которые стекают в протекающую в двухстах метрах от границ свинокомплекса нерестовую реку Плотникова (рис. 3 и рис. 4).

7. Крематор (трупосжигательная печь) размещен не на площадке № 2, а на площадке № 1, то есть значительно ближе к расчетной границе санитарно-защитной зоны предприятия и находится ближе к населенному пункту.

8. Не выполнен забор высотой не менее 3 м в высоту из стального профильного настила (выполнен забор высотой 2,25 м из металлической сетки). Для создания существенной технической защиты от распространения загрязняющих веществ при невысоких источниках выбросов не организован дополнительный зеленый барьер, состоящий из трех защитных полос в северо-западном и западном направлениях.



*Рис. 1. Открытое хранение твердой фракции в двухстах метрах от стен жилых домов*



*Рис. 2. Сток талых вод от навозохранилища в нерестовую реку Плотникова (высшей рыбохозяйственной категории)*



*Рис. 3. Сброс поверхностных (ливневых) стоков в нерестовую реку Плотникова*



Рис. 4. Труба, через которую производится сброс поверхностных (ливневых) стоков в нерестовую реку Плотникова

Состав загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу системой вентиляции свиноводческих ферм, отражен в табл. 1; а веществ, выбрасываемых в атмосферу от навозохранилища открытого типа и площадок компостирования, – в таблице 2.

Таблица 1

Удельные показатели загрязнений, выбрасываемых в атмосферу системой вентиляции свиноводческих ферм

Наименование этапа технологического процесса	Выделяемые вредные вещества	Удельное количество на 1 ц живой массы		
		Сезоны года		
		теплый	переходный	холодный
Содержание холостых и осемененных свиноматок	Аммиак	3,0001825	0,0001769	0,00019
	Сероводород	0,00000087	0,00000103	0,00000107
	Меркаптаны	0,00002658	0,0000242	0,00000265
	Пыль	0,0000458	0,0000404	0,0000452
	Общее микробное число /тыс. м.к./с/	1,016	1,293	1,376
Содержание супоросных свиноматок	Аммиак	0,0002445	0,000209	0,000206
	Сероводород	0,00000097	0,0000013	0,0000013
	Меркаптаны	0,0000028	0,0000026	0,0000028
	Пыль	0,000051	0,000047	0,000049
	Общее микробное число /тыс. м.к./с/	1,744	1,387	1,536
Содержание подсосных свиноматок с поросятами	Аммиак	0,000125	0,000109	0,000158
	Сероводород	0,00000079	0,00000069	0,00000089
	Меркаптаны	0,0000026	0,0000021	0,00000267
	Пыль	0,000045	0,000037	0,000046
	Общее микробное число/тыс. м.к./с/	1,617	1,190	1,458
Дорашивание порослят-отъемышей	Аммиак	0,00018	0,000217	0,000177
	Сероводород	0,00000081	0,00000095	0,00000106
	Меркаптаны	0,0000026	0,0000021	0,0000026
	Пыль	0,000046	0,000038	0,000044
	Общее микробное число (тыс. м.к./с)	1,5836	1,1362	1,4115
Выращивание порослят, отставших в росте	Аммиак	0,000099	0,000103	0,000148
	Сероводород	0,00000074	0,00000044	0,00000089
	Меркаптаны	0,0000024	0,00000196	0,0000029
	Пыль	0,000042	0,000029	0,000046
	Общее микробное число (тыс. м.к./с)	1,6302	1,0545	1,4243
Откорм свиней	Аммиак	0,000254	0,00025	0,00021
	Сероводород	0,00000036	0,00000134	0,0000013
	Меркаптаны	0,00000297	0,0000026	0,0000027
	Пыль	0,000055	0,000049	0,000049
	Общее микробное число (тыс. м.к./с)	1,7608	1,3985	1,5579

Помимо загрязнений, выбрасываемых в атмосферу системой вентиляции, навозохранилищем открытого типа и площадки компостирования, загрязняющие вещества поступают в атмосферу с очистных сооружений и неорганизованных источников (табл. 3).

Таблица 2

**Удельные показатели вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу от навозохранилища открытого типа и площадок компостирования**

Наименование загрязняющего вещества	Удельные выбросы вредных веществ в г/сек, на 1 м <sup>2</sup> открытой поверхности	
	Наименование сооружения	
	навозохранилище	площадка компостирования
Аммиак	0,00002839	0,00000243
Сероводород	0,0000022	0,00000013

Таблица 3

**Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу очистными сооружениями и неорганизованными источниками свиноводческих предприятий**

Наименование этапа технологического процесса	Выделяемые вредные вещества	Удельное количество мг на 1 ц живой массы		
		Сезоны года		
		теплый	переходный	холодный
Цех разделения навоза на фракции	Аммиак	0,0004	0,0003	0,0001
	Сероводород	0,0005	0,0003	0,0001
	Общее микробное число /м.к./	26,85	13,9	0,96
Отделение отстойника жидкой фракции	Аммиак	0,0037	0,0019	0,0001
	Сероводород	0,0062	0,0035	0,0017
	Общее микробное число /м.к./	5,09	3,83	2,8
Сооружения биологической очистки				
I ступень	Аммиак	0,0513	0,0256	0,0013
	Сероводород	0,0417	0,023	0,0028
	Общее микробное число /м.к./	1,34 × 10 <sup>2</sup>	76,08	17,87
II ступень	Аммиак	0,0447	0,0229	0,001
	Сероводород	0,0343	0,0181	0,002
	Общее микробное число /м.к./	66,43	40,23	14,04
III ступень	Аммиак	0,0436	0,0223	0,001
	Сероводород	0,0311	0,0166	0,0013
	Общее микробное число /м.к./	47,35	29,74	12,13
Минерализаторы избыточного типа и осадка	Аммиак	0,0537	0,027	0,0003
	Сероводород	0,0842	0,0429	0,0015
	Общее микробное число /м.к./	40,98	23,68	6,38
Площадки компостирования твердой фракции	Аммиак	0,0151	0,0103	0,0054
	Сероводород	0,0171	0,0115	0,0058
	Общее микробное число /м.к./	–	–	–

После ввода в эксплуатацию свинокомплекса «Сокоч», принадлежащего ЗАО «Агротек-Холдинг», на протяжении трех лет постоянные выбросы значительных количеств дурнопахнущих и токсичных веществ, таких как аммиак, сероводород и метилмеркаптан, вызывают у населения рвоту, тошноту, головные боли, слабости и боли в мышцах. Неприятные запахи накрывают поселок преимущественно при восточных и юго-восточных ветрах. Болеют как взрослые, так и дети.

Поселки Начики, Малки, Сокоч возникли на месте стойбищ коренных и малочисленных народностей Камчатки (камчадалов, ительменов). В настоящее время на территории поселения проживает более ста представителей этих народностей, традиционным природопользованием которых является рыбная ловля. На расстоянии около двухсот метров от свинокомплекса протекает нерестовая река Плотникова (относится к водоемам рыбохозяйственного значения высшей категории).

Река играет важную роль в воспроизводстве тихоокеанских лососей. На нерест в реку заходят чавыча (*Oncorhynchusshawytscha*), нерка (*Oncorhynchusnerka*), кета (*Oncorhynchusketa*), горбуша (*Oncorhynchusgorbuscha*), кижуч (*Oncorhynchuskisutch*), голец (*Salvelinus*), кунджа (*Salvelinusleucomaenis*). Постоянно обитают микижа (*Parasalmomykiss*), хариус (*Thymallusarcticuspallasi*), речной голец, семга камчатская (*Salmomykiss*). Основные нерестилища большинства лососей располагаются в среднем и верхнем течениях реки Плотникова.

В результате работы свинокомплекса происходит хроническое загрязнение органическими веществами нерестовой реки Плотникова, что ставит под угрозу воспроизводство тихоокеанских лососей, в частности нерки, нерестящейся в оз. Начикинское, откуда берет начало р. Плотникова. Рыбы при анадромной миграции идут вверх по течению р. Плотникова, проходят через территорию пос. Сокоч, руководствуются обонянием, появление чужеродных запахов в реке может отрицательно сказаться на процессе естественного воспроизводства. Такой важный промысловый вид, как нерка, вылавливаемая в нижнем течении р. Большая, воспроизводится и нагуливается в оз. Начикинском, куда она проходит через р. Плотникова.

Животноводческие стоки, попадая в воду, вызывают эвтрофикацию, которая обуславливается появлением избыточного количества фосфатов и соединений азота. Окисление большого количества органического вещества может повлечь заморные явления в зимний период, также промежуточным продуктом минерализации органического вещества является такое стойкое соединение, как фенол, который является сильным клеточным ядом и вызывает гибель водных организмов. К сожалению, пробы воды на содержание фенола не проводились, как и анализы на БПК в р. Плотникова ниже и выше места впадения стоков.

В период нереста лососей на берег реки выходят на ловлю медведи (*Ursusarctos*). По свидетельствам местных жителей, в осенний период из-за выбросов в атмосферу вредных веществ в результате деятельности свинофермы на ближайших сопках чернеет трава, урожай грибов и ягод значительно сократился.

Местные жители неоднократно обращались в различные инстанции по поводу невыносимого соседства, но только обращение к Президенту Российской Федерации сдвинуло решение проблемы. Управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Камчатскому краю и Правительство Камчатского края обязали ЗАО «Агротек–Холдинг» приступить к выполнению мероприятий, направленных на снижение запахов и снижение выбросов в атмосферный воздух вредных веществ, содержащих ядовитые вещества.

### Литература

1. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. N 74-ФЗ.
2. Гигиена животноводческих комплексов и охрана окружающей среды / Н.П. Вашкулат, Е.И. Гончарук, Я.И. Костовецкий. – Киев: Здоровье, 1985. – 87 с.
3. Соколов И.А. Вулканизм и почвообразование. – М.: Наука, 1973. – 224 с.
4. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ и «Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании», утвержд. постановлением Правительства Российской Федерации № 554 от 24 июля 2000 г.
5. Ст. 46 Закона «Об охране окружающей природной среды», с изменениями и дополнениями от: 22 августа, 29 декабря 2004 г., 9 мая, 31 декабря 2005 г., 18 декабря 2006 г., 5 февраля, 26 июня 2007 г., 24 июня, 14, 23 июля, 30 декабря 2008 г., 14 марта, 27 декабря 2009 г., 29 декабря 2010 г., 11, 18, 19 июля, 21 ноября, 7 декабря 2011 г., 25 июня, 30 декабря 2012 г., 2, 23 июля, 28 декабря 2013 г., 12 марта 2014 г.
6. Правовая охрана окружающей среды в сельском хозяйстве / Под ред. О.С. Колбасова. – М.: Наука, 1989. – 188 с.

УДК [502.3:616-006](571.66)

**В.А. Миронов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: snuffpart2.1@gmail.com*

## **АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В СВЯЗИ С ОНКОЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ**

В статье рассмотрено состояние атмосферного воздуха в Камчатском крае, приведены отдельные медико-демографические показатели здоровья населения Камчатки: данные об онкологических заболеваниях в структуре заболеваемости и смертности населения края, о заболеваниях органов дыхания в структуре заболеваемости населения. Сделана попытка показать взаимосвязь загрязнения атмосферного воздуха и онкологических заболеваний органов дыхания.

**Ключевые слова:** загрязнение окружающей среды, атмосферный воздух, стационарные источники загрязнения, автотранспорт, онкологические заболевания, органы дыхания, злокачественные новообразования, выбросы загрязняющих веществ.

**V.A. Mironov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: snuffpart2.1@gmail.com*

## **ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN RELATION TO CANCER MORBIDITY RESPIRATORY IN KAMCHATKA KRAI**

The condition of atmospheric air in Kamchatka was presented in the article. Some demographic and health indicators of Kamchatka population were analyzed: data about oncologic diseases in the structure of population morbidity and mortality in the region, about respiratory diseases in the structure of population morbidity. The attempt to show the relationship between air pollution and oncologic diseases of the respiratory organs was done.

**Key words:** environmental pollution, atmospheric air, stationary pollution sources, transport, oncological diseases, respiratory apparatus, malignant neoplasms, pollutants emissions.

Загрязнение окружающей среды – сложная и многоаспектная проблема. Однако главным в современной ее трактовке являются возможные неблагоприятные последствия для здоровья человека как в настоящем, так и в будущем. Оценка значимости загрязнения среды по показателям здоровья более объективна, чем сопоставление концентраций отдельных загрязнителей с гигиеническими нормами, т.к. интегрально учитывает влияние всех, в том числе не идентифицированных, загрязнителей, их комплексное и комбинированное действие на организм человека.

В Камчатском крае – отдаленном регионе России, с характерными природно-климатическими особенностями, специфичными экологическими и социальными проблемами – за последние годы сложилась неблагоприятная обстановка по заболеваемости населения [1].

Заболеваемость населения края обусловлена как неблагоприятным состоянием экологической среды на основных селитебных территориях, так и суровыми климатическими условиями. Для Камчатки характерны такие особенности климатообразующих процессов, как атмосферная циркуляция, определяющая значительные термобарические контрасты, активная циклоническая деятельность, низкая рассеивающая способность атмосферы. Неблагоприятные условия для рассеивания вредных примесей создаются за счет приземных и приподнятых инверсий, застойных явлений, слабых скоростей ветра и туманов. Эти явления способствуют накоплению загрязняю-

щих веществ в приземном слое воздуха. Негативные изменения естественной природной среды под воздействием антропогенных факторов в последние годы все больше влияют на здоровье населения.

Одним из неотъемлемых, жизненно важных компонентов окружающей среды, непосредственно влияющих на санитарно-эпидемиологическое благополучие и здоровье населения, является атмосферный воздух. Качество атмосферного воздуха определяется степенью и периодичностью его загрязнения техногенными выбросами как от стационарных источников (предприятия), так и от передвижных (авто- и авиатранспорт).

Состояние атмосферного воздуха в населенных пунктах Камчатского края в последние годы неблагоприятно: г. Петропавловск-Камчатский и г. Елизово включены в список городов России с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

По данным Камчатстата, в 2012 г. в крае насчитывалось 213 объектов наблюдений, имеющих 3 148 стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Общее количество выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в 2012 г. составило 34 383 т, что на 3 546 т (или на 11,5%) больше, чем в 2011 г. [2, 3].

Количество загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников в 2012 г., составило 38 059 т; из них в атмосферу было выброшено 34 383 т. Необходимо отметить, что 33 222 т загрязняющих веществ было выброшено в атмосферу края без очистки, это на 3 790 т больше, чем в 2011 г. [2, 3]

Информация Камчатстата по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, по их очистке и утилизации (по наименованиям загрязняющих веществ) в Камчатском крае за 2012 г. представлена в таблице 1 [2].

Таблица 1

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, т**

Наименование загрязняющего вещества	Всего за 2012 г.	Поступает на очистные сооружения	Из них уловлено и обезврежено
Всего	38059	4837	3676
в том числе:			
Твердые вещества	9567	4521	3405
Жидкие и газообразные, из них:	28492	316	271
Диоксид серы	6735	310	266
Оксид углерода	10480	5	4
Оксид азота (в пересчете на NO <sup>2</sup> )	3451	–	–
Углеводороды (без летучих органических соединений)	2914	–	–
Летучие органические соединения	4243	–	–
Прочие газообразные и жидкие	669	–	–

Основная часть выброшенных загрязняющих веществ в 2012 г. приходилась на оксид углерода (27,5%) и диоксид серы (17,7%). На твердые вещества приходилось 25,1% от всех выбросов, на оксид азота – 9,1%, на летучие органические соединения – 11,1%, углеводороды – 7,6%. Твердые (взвешенные) вещества включают пыль, золу, сажу, дым, сульфаты, нитраты и другие.

По количеству выброшенных загрязняющих веществ в атмосферный воздух ведущее место принадлежит Петропавловску-Камчатскому, Елизово и Мильковскому району. В то же время по количеству загрязняющих веществ, выброшенных от стационарных источников в расчете на одного жителя Камчатского края, г. Петропавловск-Камчатский занимает десятое, Елизовский район – восьмое место. На первом месте по этому показателю находится Алеутский район, на втором месте – Пенжинский, на третьем месте – Мильковский район.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в целом по краю остаются предприятия по производству тепло- и электроэнергии и воды, на долю которых приходится до 66,1% выбросов. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносят ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и котельные, работающие на твердом топливе, предприятия горнодобывающего комплекса (21,5% от общего количества выбросов, где основная доля загрязнений приходится на предприятия, занимающиеся добычей газа), а также транспорта и связи (4,1%, где основная доля выбросов загрязняющих веществ приходится на предприятия, осуществляющие транспортирование по трубопроводам газа и продуктов его переработки) [2].

Существенный вклад в загрязнение жизнедеятельного слоя воздуха населенных пунктов Камчатского края вносит автотранспорт. На его долю в 2012 г. пришлось 67,7% от общего количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от всех источников загрязнения (в 2011 г. – 67,2%) [2].

Кроме СО, с выбросами автотранспорта в атмосферу поступают около пятнадцати других опасных веществ – ацетальдегид, бензол, 1,3-бутадиен, кадмий, никель, селен, цинк, медь, свинец, стирол, формальдегид, акролеин, ксилолы, толуол. Часть из них – тяжелые металлы. Они обладают способностью накапливаться в живых организмах, увеличивая свою концентрацию, что, в конечном счете, представляет опасность для здоровья человека.

Например, формальдегид вызывает раздражение верхних дыхательных путей и слизистых оболочек глаз. Также на дыхательные пути оказывает отрицательное влияние повышение концентрации сероводорода. Вдыхаемый в больших количествах оксид углерода поступает в кровь, уменьшает приток кислорода к тканям, повышает количество сахара в крови, ослабляет подачу кислорода к сердцу. У здоровых людей этот эффект проявляется в уменьшении способности выносить физические нагрузки. У людей с хроническими болезнями сердца он может воздействовать на всю жизнедеятельность организма.

Взвешенные частицы при проникновении в органы дыхания человека приводят к нарушению системы дыхания и кровообращения, влияют как непосредственно на респираторный тракт, так и на другие органы за счет токсического действия входящих в состав частиц различных компонентов. Люди с хроническими нарушениями в легких, с сердечнососудистыми заболеваниями, с астмой, частыми простудными заболеваниями, пожилые и дети особенно чувствительны к влиянию мелких частиц диаметром менее 10 микрон, которые составляют обычно 40–70% от общего числа взвешенных частиц и диоксида серы.

По данным Управления Росприроднадзора по Камчатскому краю, суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта в 2012 г. составили 68,74 тыс. т, что на 5,68 тыс. т больше, чем в 2011 г. [2].

Рост общего объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспорта за последние годы связан с заметным увеличением общего количества автотранспортных единиц в крае и, прежде всего, количества единиц легковых автотранспортных средств (2012 г. – 143 978 ед.; 2011 г. – 133 768 ед.; 2010 г. – 128 567 ед.) [2].

В Петропавловске-Камчатском объем выбросов от автотранспорта в 2012 г. составил 43,6 тыс. т, что превысило уровень 2011 г. на 2,8 тыс. т.; в г. Елизово объем выбросов в 2012 г. составил 14,6 тыс. т, что превысило уровень 2011 г. на 1,15 тыс. т. Таким образом, объем выбросов от передвижных источников превысил выбросы от стационарных источников, а за десятилетний период увеличился почти в два раза [2].

Известно, что уровень загазованности магистралей и примагистральных территорий зависит от интенсивности движения автомобилей, ширины и рельефа улицы, скорости ветра, доли грузового транспорта, автобусов в общем потоке и других факторов. Характерным для Петропавловска-Камчатского является затрудненное рассеивание выбросов автомобилей на тесных улицах.

В последние годы высокий уровень загрязнения жизнедеятельного слоя воздуха в городе создают повышенные концентрации формальдегида, бенз(а)пирена, оксида азота. Среднегодовые величины перечисленных веществ превышают санитарные нормы.

В г. Елизово повышение индекса загрязнения атмосферы в 2012–2013 гг. вызвано ростом содержания в приземном слое воздуха формальдегида и диоксида азота, который составил 2,7 ПДК (предельно допустимая концентрация). По сравнению с 2011 г., среднегодовая концентрация его увеличилась на 33% [2, 3].

Автомобили – главный поставщик в легкие человека оксида углерода. Он препятствует абсорбированию кровью кислорода, что ослабляет мыслительные способности, замедляет рефлексы и, в особых случаях, может стать причиной потери сознания и смерти.

Таким образом, анализ статистических данных позволяет сделать вывод, что состояние атмосферного воздуха в населенных пунктах Камчатского края характеризуется высоким уровнем загрязнения, основная роль в котором от промышленных предприятий переходит к автотранспорту.

Природно-климатические, экологические и социальные параметры среды обитания оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье людей и вызывают повышенный риск развития злокачественных новообразований у жителей Камчатского края. Данный вывод подтверждает то



обстоятельство, что Камчатский край официально признается территорией «риска» (заболеваемость выше среднего по Российской Федерации) по злокачественным заболеваниям, по заболеваниям хроническим бронхитом, эмфиземой легких и т. д.

Ведущее место в структуре общей заболеваемости жителей Камчатского края занимают болезни органов дыхания – 25,7%, на втором месте болезни системы кровообращения – 13,6%, на третьем месте болезни костно-мышечной системы – 8,4%, на четвертом и пятом местах – болезни мочеполовой системы и болезни глаз – 7,3% и 6,1% соответственно. Новообразования составляют 2,5% в структуре общей заболеваемости. В структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями в Камчатском крае в 2013 г. заболевания органов дыхания занимали второе место: 101 человек (9,3%), РФ – 20,8% (2012 г.) [4].

В структуре причин смертности населения края на первом месте регистрируется смертность от болезней системы кровообращения, которая составляет более 50% в структуре всех умерших – 617,4 на 100 тыс. человек. Смертность от злокачественных новообразований находится на втором месте среди всех причин смерти в Камчатском крае, в структуре причин смерти она составляет 16,1% [4].

В конце 2013 г. на диспансерном учете в связи с онкологическими заболеваниями состояло 6 854 жителя края (2,1% населения Камчатского края). Число лиц, состоящих на учете, увеличилось на 5,4% (с 6 481 чел. в 2012 г. до 6 854 чел. в 2013 г.). При этом впервые в жизни установлен диагноз злокачественного новообразования: в 2011 г. – 1 116; в 2012 г. – 1 142; в 2013 г. – 1 077 человек [4].

В таблице 2 представлены основные показатели онкологической заболеваемости в Камчатском крае в 2009–2013 гг. [5].

Таблица 2

Основные показатели онкологической заболеваемости (на 100 тыс. нас.)

Наименование	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	РФ 2012 г.	ДВФО 2012 г.
Заболеваемость	311,5	345,3	347,8	356,5	336,3	367,6	344,9
Смертность от ЗНО (из числа состоявших на учете)	159,5	177,8	171,7	165,1	162,4	169,7	–
Одногодичная летальность (в %)	23,1%	22,3%	18,9%	20,3%	18,7%	26,1%	27,9%
Запущенность	74,1	76,2	69,8	74,0	59,0	–	–
Процент первично выявленных больных с 1-2 стадиями процесса	50,50%	50,70%	53,40%	51,80%	55,90%	–	–

Среди злокачественных новообразований преобладают новообразования органов пищеварения – свыше 35% и новообразования органов дыхания – свыше 19%. Смертность от новообразований в 2013 г. составила 185,7 на 100 тыс. населения и увеличилась, по сравнению с 2012 г., на 8,0%, по сравнению с 2011 г. – уменьшилась на 1,2% [4].

В 2013 г. из числа больных, взятых на учет со впервые установленным диагнозом, 1–2 стадии заболевания имели 58,4%, что на 5,0% больше, чем в 2011 г. (средний 53,4%), и на 6,6% больше, чем в 2012 г. (ср. 51,8%). Этот показатель выше среднероссийского на 15,9% [4].

Уровень больных со злокачественными новообразованиями в четвертой стадии имеет в Камчатском крае тенденцию к снижению и ниже показателей по Российской Федерации, а именно: 2011 г. – 20,0%; 2012 г. – 20,7%; 2013 г. – 17,5%; по РФ (2012 г.) – 21,2% [4].

Доля больных с первично-множественными опухолями органов дыхания среди больных с впервые установленным диагнозом злокачественного новообразования составила: 2011 г. – из 1 116 человек – 55 (5%); 2012 г. – из 1 142 человек – 42 (3,8%); 2013 г. – из 1 077 человек – 41 (3,9%) [5].

Данные медицинской статистики Петропавловска-Камчатского позволяют выявить преимущественные виды заболеваний населения различных возрастов, связанных с загрязнением атмосферного воздуха. Первое место принадлежит заболеваниям органов дыхания (также новообразованиям рта, носоглотки, верхних дыхательных путей, бронхов, трахеи, легких и др.). На втором месте – болезни кожи и подкожной клетчатки, на третьем – болезни системы кровообращения [5].

Статистические данные по основным группам заболеваний и по возрастам заболевших жителей Петропавловска-Камчатского показывают, что дети до 14 лет в основном болеют заболеваниями кожи и подкожной клетчатки, а для взрослого населения и населения подросткового возраста харак-

терны заболевания, связанные с плохой экологической обстановкой в городе – болезни органов дыхания, а также кожи и подкожной клетчатки, болезни глаз и системы кровообращения [5].

Можно предположить, что дети подросткового возраста болеют чаще остальных заболеваниями органов дыхания именно потому, что проводят большое количество времени на улице. А взрослое население болеет вследствие проведения достаточно большого количества времени в местах значительного скопления автотранспорта, являющегося одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха.

Принимая во внимание данные положения, очевидно, что болезни органов дыхательной системы имеют несомненную связь с показателями загрязнения атмосферного воздуха. Можно сделать вывод, что высокий уровень загрязнения воздушной среды города негативно влияет на здоровье населения Петропавловска-Камчатского, что обуславливает его повышенную заболеваемость и смертность, особенно в тех районах, где концентрация основных и специфических загрязняющих веществ, в том числе канцерогенных, превышает ПДК.

Загрязнение атмосферы имеет для человека локальное воздействие (в пределах источника загрязнения). Органы дыхания являются первичным барьером во взаимоотношениях человека и среды, поэтому токсичные компоненты, содержащиеся в загрязненном воздухе, вызывают нарушения в иммунной системе организма человека, что способствует увеличению злокачественных новообразований в органах дыхания. Думается, именно с высоким содержанием в атмосфере взвешенных и газообразных веществ связан высокий уровень заболеваемости органов дыхания среди всех возрастных групп населения и смертности населения г. Петропавловска-Камчатского.

Таким образом, анализ статистических данных показывает, что состояние атмосферного воздуха г. Петропавловска-Камчатского и г. Елизово в течение последних лет характеризуется высоким уровнем загрязнения. Наряду с этим, заболеваемость злокачественными новообразованиями в Камчатском крае остается на достаточно высоком уровне, при этом высока доля злокачественных новообразований органов дыхания. В структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями заболевания органов дыхания занимают второе место.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что на здоровье населения городов Камчатского края в значительной степени оказывает влияние загрязнение атмосферы. Практически все жители Петропавловска-Камчатского и г. Елизово испытывают на себе вредное влияние загрязненного воздуха, что отрицательно сказывается на их здоровье, повреждая дыхательные пути, кожный покров, слизистую оболочку глаз и нарушая систему кровообращения, вызывая онкологические заболевания органов дыхания. Однако установить четкую связь между медицинскими и экологическими показателями достаточно сложно.

Многофакторность условий, обеспечивающих тот или иной уровень здоровья человека, определяет сложность установления закономерностей в системе «здоровье населения – окружающая среда». Уровень зависимости здоровья населения от загрязнения окружающей среды можно считать условным, так как на здоровье влияют и другие факторы, такие как наследственность и образ жизни человека. Второстепенное, но достаточно весомое влияние имеют другие системные компоненты среды: качество питьевых вод, санитарное состояние почв, характер питания, уровень медицинского обслуживания и т.д.

### **Литература**

1. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Камчатском крае по итогам деятельности за 2013 год / Министерство здравоохранения Камчат. края. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – 83 с.
2. Доклад об экологической ситуации в Камчатском крае в 2012 году / Министерство природ. ресурсов и экологии Камчат. края. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 250 с.
3. Доклад об экологической ситуации в Камчатском крае в 2011 году / Министерство природ. ресурсов и экологии Камчат. края. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 244 с.
4. Здравоохранение в Камчатском крае: стат. сб. / Камчатстат. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 99 с.
5. Основные показатели здоровья населения и деятельности учреждений здравоохранения Камчатского края за 2009–2013 годы: Стат. сб. / Министерство здравоохранения Камчатского края. Мед. информ.-аналит. центр. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Т. I, вып. № 13. – 40 с.

УДК 556.38.04(571.66)

**Б.А. Опрышко<sup>1</sup>, В.А. Швецов<sup>2</sup>, Ю.Н. Фиронов<sup>1</sup>, Д.А. Цыганов<sup>1</sup>, О.А. Белавина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Петропавловский водоканал,  
Петропавловск-Камчатский, 683009,*  
<sup>2</sup>*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003*  
*e-mail: BAOpрыshko@pkvoda.ru, UNFironov@pkvoda.ru*

### **ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТИ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕЖИМА ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БЫСТРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Приведены результаты научно-методического и технического обеспечения рационального использования подземных водных ресурсов. Также приведены результаты мониторинга Быстринского месторождения питьевых подземных вод за 2014 год.

**Ключевые слова:** наблюдательная скважина, мониторинг, месторождение, водоснабжение, подземные воды.

**B.A. Opryshko<sup>1</sup>, V.A. Shvetsov<sup>2</sup>, U.N. Fironov<sup>1</sup>, D.A. Tsyganov, O.A. Belavina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Petropavlovsky Vodokanal,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009,*  
<sup>2</sup>*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;*  
*e-mail: BAOpрыshko@pkvoda.ru, UNFironov@pkvoda.ru*

### **THE OPTIMIZATION OF THE OBSERVATION POINTS NETWORK FOR STUDYING THE DRINKING GROUNDWATER MODE OF BYSTRINSKOYE DEPOSIT**

The data on scientific, methodological and technological supply of underground water resources rational use were presented. The results of drinking underground waters monitoring in Bystrinskoe deposit in 2014 were given.

**Key words:** observation hole, monitoring, field, water supply, underground waters.

Подземные воды – ценнейшее полезное ископаемое, использование которого для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения с каждым годом возрастает [1]. В условиях постоянно нарастающей антропогенной нагрузки на природную среду и загрязнения поверхностных вод расширение использования подземных вод не имеет альтернативы [1].

Создание системы мониторинга подземных вод Быстринского месторождения является надежным методом контроля состояния подземной гидросферы и ее взаимосвязи с различными компонентами окружающей природной среды [1].

Важнейшим наблюдательным пунктом на Быстринском месторождении питьевых подземных вод являются скважины, позволяющие получить необходимую информацию об изменении следующих гидрогеологических характеристик:

- структуры потока подземных вод,
- условий и величины питания и разгрузки продуктивного водоносного горизонта,
- качества подземных вод [2].

Для реализации задачи по организации системы мониторинга БМППВ требовалось выполнить комплекс мероприятий, в том числе:

1) провести ревизию скважинного фонда месторождения, состоящего из десяти эксплуатационных и пятидесяти двух поисково-разведочных скважин и дать техническую оценку их состояния;

- 2) ликвидировать аварийные изливы фонтанирующих скважин;
- 3) оборудовать наблюдательные скважины унифицированными оголовками;
- 4) выполнить частичную автоматизацию системы мониторинга;
- 5) оптимизировать маршрут для проведения режимных наблюдений [3].

В 2014 г. специалистами «Петропавловского водоканала» завершены работы по ревизии скважинного фонда и проведению оценки технического состояния скважин.

Поисково-разведочные скважины, предназначенные для проведения режимных наблюдений, оборудованы унифицированными оголовками [4–6]. Разработанные нами оголовки установлены на пятнадцати наблюдательных и эксплуатационных скважинах, что значительно упростило операции снятия гидрогеологических характеристик.

По результатам проведенной ревизии скважинного фонда составлена схема размещения наблюдательных пунктов-скважин, эксплуатационных скважин Восточного участка БМППВ. Схема расположения скважин Восточного участка БМППВ создавалась следующим образом:

- 1) местоположение скважин фиксировалось GPS-навигаторами Garmin;
- 2) координаты скважин заносились в программу Google Планета Земля;
- 3) изображение Быстринского месторождения ППВ переносилось в программу Visio;
- 4) выполнялась схема в масштабе 1:25000.

Следует отметить, что на всех схемах прошлых лет ряд скважин были нанесены с погрешностью до 1500 метров. Версия схемы сети наблюдательных пунктов БМППВ в масштабе 1:70000 представлена на рисунке 1.

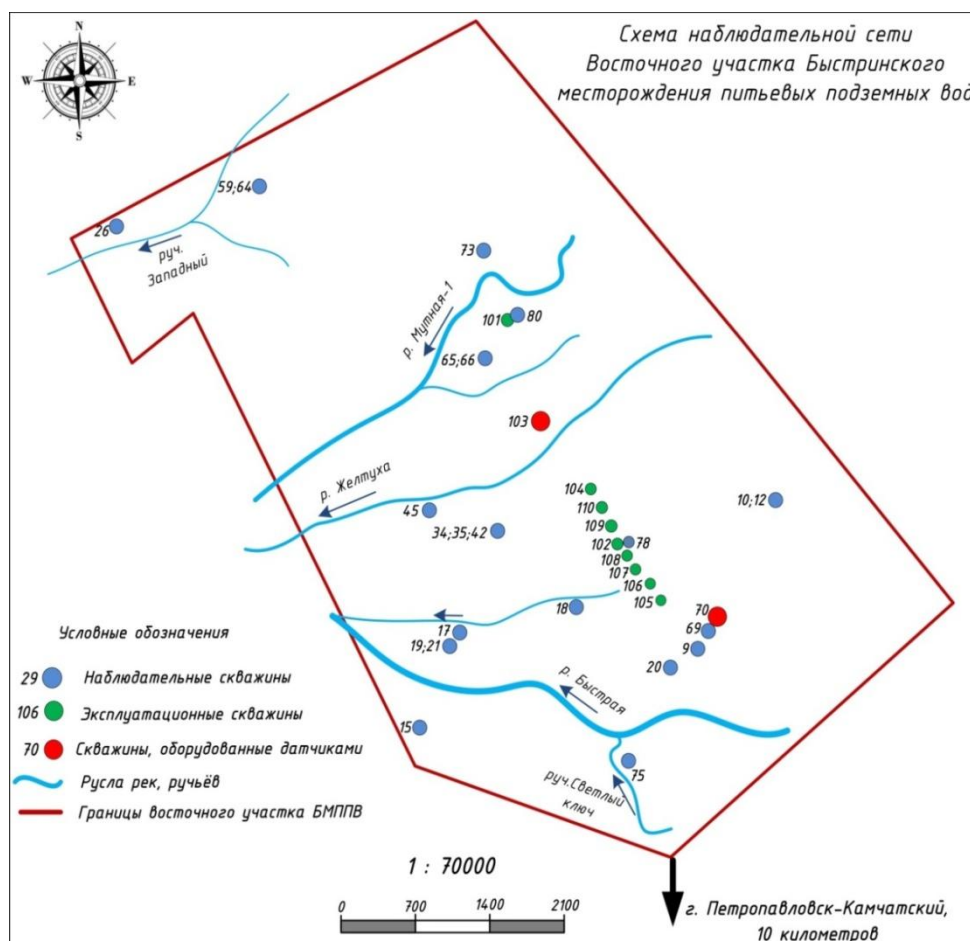


Рис. 1. Схема сети наблюдательных пунктов Восточного участка Быстринского месторождения питьевых подземных вод

Руководствуясь гидрогеологическими картами и настоящей схемой, был разработан маршрут для проведения наблюдений за режимом подземных вод на предэксплуатационный период, проходящий по линии существующего водозаборного ряда (перпендикулярно потоку подземных вод) и включающий скважины №№ 9; 70; 105; 107; 78; 110; 103; 80; 73.

В августе 2014 г. в наблюдательной скважине № 70 и эксплуатационной скважине № 103 установлены автономные датчики Levelogger, регистрирующие температуру и уровень подземных вод. В скважине № 70 над поверхностью воды установлен датчик регистрации изменения в атмосферном давлении Barologger, которые используются для компенсации показаний уровня воды, записанных с помощью Levelogger.

Регистрация гидрогеологических характеристик в скважинах производилась с 6 августа по 19 ноября с интервалом в четыре часа. Из полученных результатов мониторинга следует:

1) закономерность изменения уровней подземных вод, амплитуда колебаний и времени их прохождений абсолютно одинакова;

2) температура воды во всех скважинах изменяется в диапазоне 0,3°C, синхронно относительно друг друга.

Результаты измерений уровня и температуры подземных вод приведены на рисунке 2.

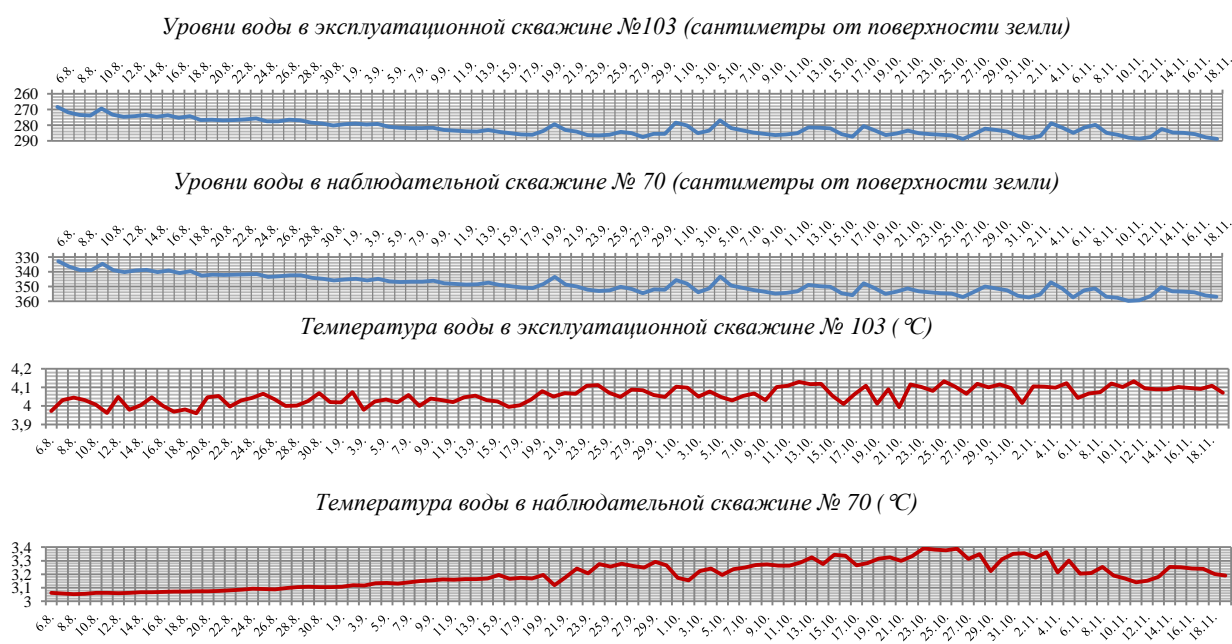


Рис. 2. Результаты измерений уровней и температуры подземных вод в скважинах № 70; 103 (06.08.–19.11.2014 г.)

На основании результатов исследований режимные наблюдения рекомендовано проводить по линии существующего водозаборного ряда на скважинах №№ 9; 70; 103; 80; 73. Мониторинг скважин №№ 105; 107; 78; 110 из программы исключить.

Частичная автоматизация процесса мониторинга и сокращение количества наблюдательных пунктов дают следующие преимущества:

- снижают затраты на проведение режимных наблюдений в период с мая по ноябрь;
- исключают затраты в период с декабря по апрель.

Специалисты «Петропавловского водоканала» в сотрудничестве с Камчатским государственным техническим университетом планируют продолжить работы по дальнейшей автоматизации системы гидрогеологического мониторинга Быстринского месторождения питьевых подземных вод с целью повышения его эффективности.

### Литература

1. Мониторинг месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод. Методические рекомендации. Разработчик: Гидрогеоэкологическая научно-производственная и проектная фирма ГИДЭК. – М: МПР РФ, 1998. – 87 с.

2. Муниципальное унитарное предприятие Петропавловск-Камчатского городского округа «Петропавловский водоканал». Б.А. Опрышко. Отчет о выполненных работах на Восточном участке Быстринского месторождения питьевых подземных вод в 2014 г. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – С. 72.

3. Создание стратегического резерва питьевой воды на базе Быстринского месторождения подземных вод / Б. А. Опрышко, В. А. Швецов, О. Е. Петренко, О. А. Белавина // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – Ч. II. – С. 132–134.

4. Оголовок наблюдательной самоизливающейся скважины: Пат. 133189 Рос. Федерация, U1 МПК E21B 33/068 (2006.01) / Б. А. Опрышко, В. А. Швецов, О. А. Белавина; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Камчат. гос. техн. ун-т». – Заявка № 2013109450/03; заявл. 04.03.2013. – Оpubл. 10.10.2013. – Бюл. № 28.

5. Оголовок наблюдательной скважины с переменным статическим уровнем: Пат. 139322 Рос. Федерация, U1 МПК E21B 33/068 (2006.01) / Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, О.А. Петренко, О.А. Белавина; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Камчат. гос. техн. ун-т». – Заявка № 2013152504/03; заявл. 26.11.2013. – Оpubл. 10.04.2014. – Бюл. № 10.

6. Оголовок наблюдательной самоизливающейся скважины: Пат. 145347 Рос. Федерация, U1 МПК E21B 33/03 (2006.01) / Б. А. Опрышко, В. А. Швецов, О. А. Петренко, О. А. Белавина, Д.В. Коростылёв; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Камчат. гос. техн. ун-т». – Заявка № 201418257/03; заявл. 06.05.2014. – Оpubл. 20.09.2014. – Бюл. № 26.

УДК 582.273(265.5)

**Н.А. Писарева<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683000;*

<sup>2</sup>*Камчатский государственный технический университет, 683003  
e-mail: miranda-n@yandex.ru*

### **ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНОГО РАЗВИТИЯ И МОРФОГЕНЕЗА ПЛАСТИНЧАТЫХ БАГРЯНОК ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД**

В статье приводятся особенности возрастного развития и морфогенеза пластинчатых багряннок прикамчатских вод. Показано, что им свойственны три типа морфогенеза, и рассмотрен каждый из них.

**Ключевые слова:** пластинчатые багрянки, Rhodophyta, прикамчатские воды, возрастное развитие, морфогенез.

**N.A. Pisareva<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute,  
Far East Branch, Russian Academy of Sciences (KB PGI) FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;*

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

### **PECULIARITIES OF AGE DEVELOPMENT AND MORPHOGENESIS OF BLADELIKE RED ALGAE OF KAMCHATKA COASTAL WATERS**

Peculiarities of age development and morphogenesis of bladelike red algae of Kamchatka coastal waters are given in the article. Three types of their morphogenesis are shown and each taken separately.

**Key words:** bladelike red algae, Rhodophyta, Kamchatka coastal waters, age development, morphogenesis.

Исследование возрастного развития многолетних красных водорослей прикамчатских вод – довольно трудная задача. Многие из них из-за произрастания на больших глубинах и суровых гидрологических условий этого района недоступны для наблюдений в течение всего периода вегетации. Заполнить пробелы в изучении возрастного развития красных водорослей помогли бы исследования в культуре, но процесс культивирования этих видов требует значительных затрат по созданию им необходимых для роста условий. Кроме того, очень сложно определять продолжительность их жизни. Вопросы установления возраста багрянок из разных районов Мирового океана хотя и затрагивались в работах многих исследователей [1–8; и др.], еще далеко не решены. Даже при наличии у них возрастных регистрирующих структур нужно принимать во внимание, что последние не всегда надежны из-за высокой географической и экологической изменчивости видов. Так, Е.В. Шошина отмечает в своей докторской диссертации [7], что при определении возраста морских растений всегда необходимо учитывать конкретные экологические условия, в которых они находятся.

Вышесказанное касается и пластинчатых багрянок прикамчатских вод. У одних их представителей хорошо выражены регистрирующие структуры, позволяющие достаточно точно определять возраст растений, у других же таковые отсутствуют. У видов, имеющих вид кустиков, как правило, установить возраст легче, чем у видов, имеющих пластинчатое строение. Так, для определения возраста константиной (род *Constantinea*), представляющих собой кустики с щитовидными пластинками, в качестве регистрирующего признака используется количество междоузлий у материнского стволика [9]. У представителей этого рода на вершине стволика ежегодно формируются новые щитовидные пластинки.

Совсем по-другому обстоит дело у багрянок, все слоевище которых представлено пластиной. У этих видов нет регистрирующих структур в чистом виде, и установить их возраст можно лишь по комплексу признаков. У некоторых из них с возрастом пластина не рассекается и не разрушается, а лишь увеличивается в размерах. Об этом говорит ее утолщение, потемнение цвета и огрубение текстуры. Есть другие виды, их пластины всегда рассекаются и с возрастом у них меняется форма и количество лопастей. Наши исследования показали, что возраст у пластинчатых багрянок, не имеющих регистрирующих структур, надежнее всего можно установить весной или в начале лета, когда растения находятся в стадии линейного роста. Для этого наиболее подходящими являются такие признаки, как размеры, окраска, текстура и толщина пластин, а также вид подошвы.

Подчеркнем, что говоря о возрасте пластинчатых багрянок с гетероморфными циклами, мы имеем в виду продолжительность жизни макроскопической стадии. Микроскопические стадии у многих из них (чаще всего это спорофиты) в прикамчатских водах пока не обнаружены. Некоторые из изученных нами багрянок характеризуются изоморфным циклом развития, это показывают исследования, проведенные в зарубежной части их ареалов [10].

Материалом для данного исследования послужили представители красных водорослей, произрастающие у берегов восточной Камчатки и Командорских островов, собранные нами в 2008–2014 гг. и хранящиеся в гербарных коллекциях КФ ТИГ ДВО РАН и КамчатГТУ. Изучение возрастного развития было проведено для следующих видов: *Turnerella mertensiana* (P. et R.) Schmitz, *Opuntiella ornata* (P. et R.) A. Zin., *Kallymeniopsis lacera* (P. et R.) Perest., *Neoabbottiella araneosa* (Perest.) Lindstr. и *Neoabbottiella decipiens* Klochk. et Pisar., *Hommersandia palmatifolia* (Tok.) Perest., *Velatocarpus pustulosus* (P. et R.) Perest. Все они обитают в сублиторальной зоне шельфа и относятся к многолетним сложно организованным багрянкам. Водоросли собирали с мая по ноябрь с использованием легководолазного снаряжения на глубинах до 25 м и на берегу из штормовых выбросов. О развитии указанных выше видов в зимний период судили по немногочисленным гербарным образцам, собранным в разные годы в прибрежных районах Камчатки и соседних регионов.

В результате наших наблюдений было установлено, что у *Turnerella mertensiana* и *Kallymeniopsis lacera* точнее всего возраст можно определить в весеннее или позднеосеннее время, когда растения претерпевают значительные морфогенетические изменения за счет рассечения пластин, активизации меристемы и формирования сеголетних пластинчатых выростов. О возрасте свежих образцов можно было судить по их цвету и текстуре, особенно у *T. mertensiana*. Результаты изучения этого вида и методика определения его возраста уже были представлены в наших ранних публикациях [11, 12].

На основании изучения сезонных изменений внешнего вида пластин красных водорослей были установлены определенные закономерности. Это позволило выделить три типа возрастного морфогенеза у изученных видов: I тип – *Neoabbottiella*, II тип – *Turnerella* и III тип – *Hommersandia*. В ходе исследований морфогенеза багрянок основное внимание уделялось таким признакам, как сезонное изменение формы, степени рассеченности и перфорирования, окраски различных частей слоевища (рис. 1). Морфообразование пластин у разных видов пластинчатых багрянок легче всего было наблюдать у зрелых растений, имеющих органы размножения.



Рис. 1. Морфогенез пластинчатых багрянок по типу *Neoabbottiella* на примере *Kallymeniopsis lacera*:  
а – ювенильные растения, б – стерильные растения, в – фертильные растения в стадии высывания спор

У представителей пластинчатых багрянок, отнесенных к I типу морфогенеза, *Neoabbottiella*, после окончания спороношения, которое, по-видимому, происходит в каждом вегетационном периоде, фертильная часть пластины разрушается, но одновременно с этим начинается активное ее разрастание с другого края. Сохранившаяся стерильная часть начинает активно разрастаться и формировать новую пластину. Из рисунка 2 хорошо видно, что одна часть пластины *Velatocarpus pustulosus* появилась раньше другой и при этом органы размножения, гонимобласты, развиваются на ее более старой части. Наблюдения показывают, что вскоре после выхода карпоспор старая часть пластины *V. pustulosus* отмирает. Морфогенез по I типу, помимо *Neoabbottiella araneosa*, *N. decipiens* и *V. pustulosus*, имеют и представители *Kallymeniopsis lacera*.



Рис. 2. *Velatocarpus pustulosus* в конце спороношения.  
Хорошо видны разновозрастные части слоевища:  
стерильная слева и фертильная справа



У представителей II типа морфогенеза, *Turnerella mertensiana* и *Opuntiella ornata* возрастные изменения выражаются в огрубении текстуры, утолщении пластины и изменении ее пигментации, иногда, хотя и не всегда – появлении рассеченности слоевищ (рис. 3).

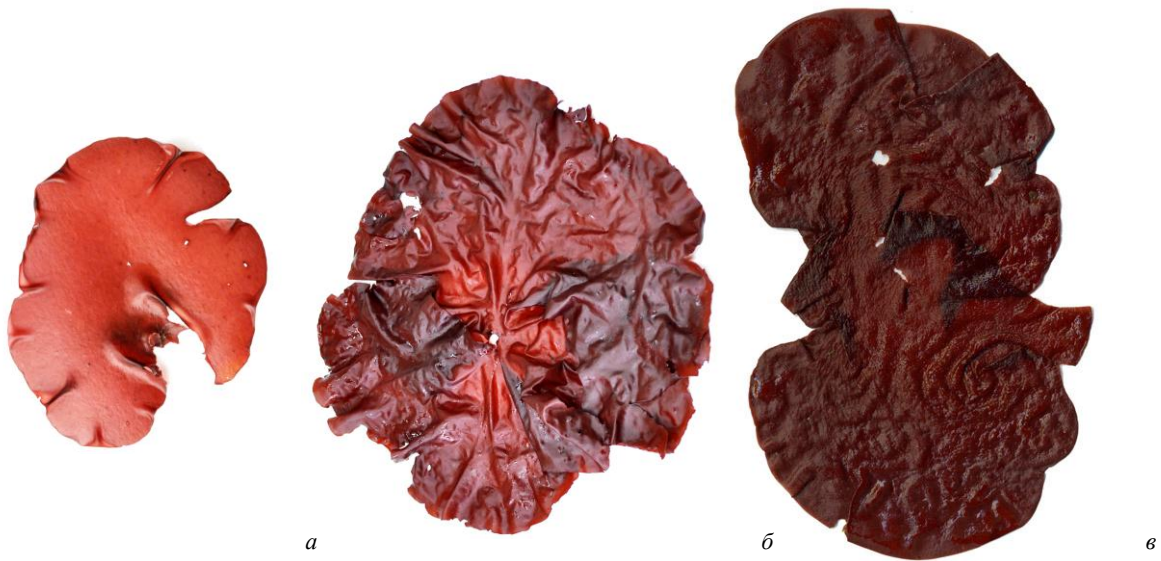


Рис. 3. Возрастные изменения у представителей II типа морфогенеза *Turnerella mertensiana*:  
а – ювенильные растения, б – стерильные растения первого года,  
в – зрелые растения второго года жизни

У представителей III типа, *Hommersandia*, рассеченная на лопасти пластина с возрастом отсекается все больше, при этом краевые пролификации после окончания спороношения разрушаются (рис. 4). Остальная часть пластины сохраняет свою целостность в течение всего периода жизни. Этот тип морфогенеза имеет не очень распространенный в прикамчатских водах глубоководный вид *Hommersandia palmatifolia*.



Рис. 4. Морфогенез пластинчатых багрянок по III типу у *Hommersandia palmatifolia*:  
а, б – молодые стерильные растения первого года жизни, в – часть зрелого растения  
без краевых лопастей после окончания спороношения

Естественно предположить, что виды этих трех типов морфогенеза развиваются по-разному в первый и последующие годы вегетации. У представителей I типа пластина, вероятнее всего, разрушается в каждом вегетационном сезоне. При созревании гонимобластов, которое происхо-

дит во вторую половину лета и осенью, у видов I типа начинается активный рост пластины с одного края. В конце спороношения фертильный участок растения приобретает вид истрепанной сетки и поздней осенью разрушается (рис. 1 в). На вновь появившемся участке пластины гонимобласты закладываются и созревают в следующем вегетационном сезоне. Таким образом, у данных видов многолетней является только самая нижняя часть пластины и подошва, а остальная ее часть, как и у многих ламинариевых водорослей, является однолетним образованием.

Отметим, что спороношение у представителей этой группы сильно растянуто во времени. Так, с августа по октябрь у о. Старичков нами были обнаружены ювенильные проростки *N. araneosa* K. *lacera*, одновременно с которыми росли зрелые растения с гонимобластами. Изучение материала по *N. decipiens* дает основание предполагать, что ее пластины живут, по крайней мере, в течение двух вегетационных сезонов и имеют растянутый период размножения. Появление ювенильных растений в местах их произрастания продолжается, судя по всему, вплоть до поздней осени.

Виды, имеющие II тип морфогенеза (*Turnerella mertensiana* и *Opuntiella ornata*), сохраняют пластины в течение нескольких вегетационных сезонов. По мере их роста и созревания они становятся значительно толще и набирают «массу», пока не достигнут предельного срока жизни. Эти виды приступают к размножению, судя по всему, только в двух-трехлетнем возрасте. Развитие женских репродуктивных органов и созревание карпоспор у них, как и у представителей I типа, сильно растянуто во времени.

Что касается представителей III типа морфогенеза, к которому мы относим *Hommersandia palmatifolia*, то, сопоставляя наши наблюдения за их морфогенезом с литературными данными, можно сделать вывод о сохранении в зимний период какой-то части их пластины и разрушении остальных. Согласно исследованиям, проведенным у берегов Аляски и Британской Колумбии, новые краевые пролификации появляются у *H. palmatifolia* в зимние месяцы, бурно развиваются весной и затем разрушаются после спороношения [10]. Именно на основании изучения последовательного развития краевых пролификаций Г. Хэнсен и С. Линдстром сделали вывод о том, что представители *Hommersandia* у берегов Северной Америки живут как минимум три года. Наши данные также говорят о том, что ее вегетация в прикамчатских водах продолжается в течение двух и более лет.

### Литература

1. *Printz H.* Die Algenvegetation des Trondhjemsfjordes // Skr. Norske Vidensk.-Akad., 1926. – Vol. 5. – P. 1–274.
2. *Rosenvinge L.K.* The marine algae of Denmark: Contributions to their natural history. Part IV. Rhodophyceae. IV (Gigartinales, Rhodymeniales, Nemastomatales) // K. danske Vidensk. Selsk. Skr. 7 Raekke Nat. Math. Afd. 7. 1931. – P. 489–628.
3. *Калугина-Гутник А.А.* Макрофитобентос Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1975. – 248 с.
4. *Шошина Е.В.* Биология *Ahnfeltia plicata* (Rhodophyta) Белого моря: Препр. – Апатиты: КНЦ АН СССР, 1990а. – 43 с.
5. *Шошина Е.В.* Возраст, рост, размножение красной водоросли *Phycodrys rubens* в Баренцевом и Белом морях: Препр. – Апатиты: КНЦ АН СССР, 1990б. – 46 с.
6. *Шошина Е.В.* Определение возраста и возрастной состав популяций красной водоросли *Odonthalia dentata* в Баренцевом и Белом морях // Биология моря. – 1990в. – № 2. – С. 34–38.
7. *Шошина Е.В.* Динамика ростовых и репродуктивных процессов у водорослей Баренцева моря: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Мурманск, 2001. – 25 с.
8. *Возжиская В.Б., Камнев А.Н.* Эколого-биологические основы культивирования и использование морских водорослей. – М.: Наука, 1994. – 202 с.
9. *Lindstrom S.C.* New blade initiation in the perennial red alga *Constantinea rosa-marina* (Gmelin) Postels et Ruprecht (Cryptonemiales, Dumontiaceae) // Jap. J. Phycol., 1980. – Vol. 28. – P. 141–150.
10. *Hansen G., Lindstrom C.* A morphological study of *Hommersandia maximicarpa* gen. sp. nov. (Kallymeniaceae, Rhodophyta) from the North Pacific // J. Phycol., 1984. – Vol. 20. – P. 476–488.

11. Писарева Н.А. Сезонное развитие красной пластинчатой водоросли *Turnerella mertensiana* (P. et R.) Schmitz в прикамчатских водах // Рыбохозяйственное образование и научные исследования в Камчатском регионе: Материалы научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов КамчатГТУ (26–28 апреля 2005 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. – С. 117–118.

12. Писарева Н.А. Некоторые наблюдения за морфогенезом и сезонной изменчивостью багряной водоросли *Turnerella mertensiana* (P. et R.) Schmitz у о. Старичков // Труды КФ ТИГ ДВО РАН «Биота острова Старичков и прилегающей к нему акватории Авачинского залива». – Петропавловск-Камчатский, 2009. – Вып. 8. – С. 58–67.

УДК [574.632:597.2](268.45) "2014"

**Н.Ф. Плотицына, А.Ю. Жилин**

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии им. Н.М. Книповича,  
Мурманск, 183038  
e-mail: nplotits@pinro.ru*

#### **СОДЕРЖАНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В 2014 ГОДУ**

Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения ихтиофауны Баренцева моря, который не окажет существенного влияния на состояние запасов промысловых рыб в краткосрочной перспективе.

**Ключевые слова:** Баренцево море, рыбы, *n*-парафины, ПАУ, хлорированные углеводороды, микроэлементы, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr.

**N.F. Plotitsyna, A.Yu. Zhilin**

*Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography,  
Murmansk, 183038  
e-mail: nplotits@pinro.ru*

#### **CONTENT OF CONTAMINANTS IN COMMERCIAL FISHES OF THE BARENTS SEA IN 2014**

The results confirm the low contamination level of the fish fauna of the Barents Sea, which does not have a significant impact on the status of commercial fish stocks in the short term.

**Key words:** the Barents Sea, fishes, *n*-paraffins, PAH, chlorinated hydrocarbons, microelements, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr.

Выполнены определения загрязняющих веществ в рыбах, выловленных в различных промысловых районах Баренцева моря в 2014 г. (рис. 1).

Отбор, подготовка и анализ биологических проб выполнены в соответствии с методическими руководствами ФАО, ИКЕС и действующими нормативными документами [1–5]. Всего проанализировано 178 проб (89 пробы мышц и 89 пробы печени) атлантической трески (*Gadus morhua*), пикши (*Melanogrammus aeglefinus*), черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) и морской камбалы (*Pleuronectes platessa*) по 59 химическим показателям и взяты на радиоактив-

ность пробы камбалы-ерша (*Hippoglossoides platessoides*) из нескольких промысловых районов. Лаборатория прикладной экологии и токсикологии ПИНРО аккредитована в системе аккредитации аналитических лабораторий на техническую компетентность и независимость (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518450).

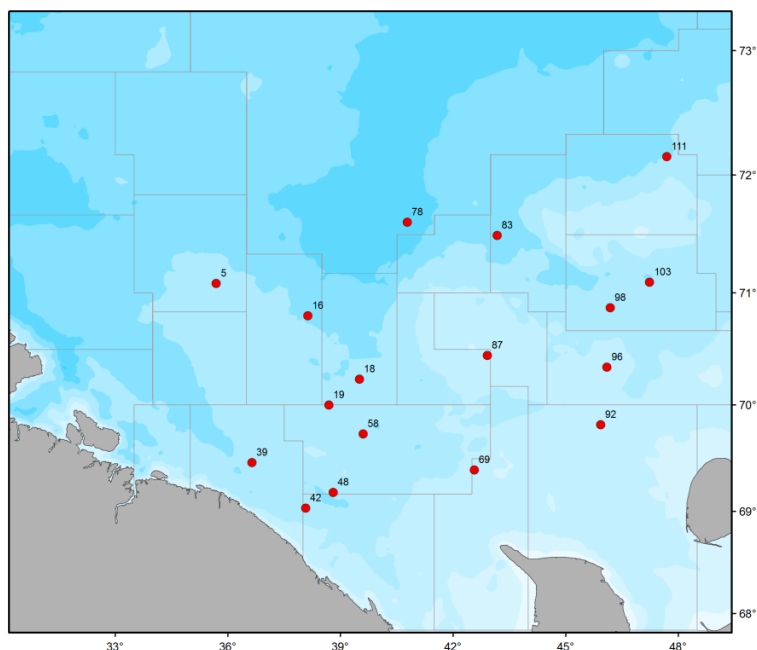


Рис. 1. Схема станций отбора проб промысловых рыб Баренцева моря в 2014 г.

Содержание алифатических углеводородов (АЛУ) (*n*-парафинов  $C_8-C_{31}$ ) в мышцах трески варьировало от 0,10 до 0,98 мкг/г сырой массы. В печени трески оно было значительно выше – от 4,81 до 19,2 мкг/г сырой массы. Наибольшее содержание АЛУ определено в мышцах пикши из промыслового района Южный склон Гусиной банки, в мышцах черного палтуса и морской камбалы, выловленных соответственно на Западном склоне Гусиной банки и Канино-Колгуевском мелководье.

Величины углеродного коэффициента (СРІ) в мышцах и печени исследованных рыб были больше единицы и изменялись от 1,1 до 3,3, что подтверждает биогенное происхождение *n*-парафинов как в мышцах, так и в печени рыб [6-8]. По СанПиН 2.3.2.1078-01 содержание АЛУ в мышцах и печени морских рыб не нормируется [9].

В России отсутствуют нормативы содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в морской рыбе, нормируется только содержание бенз(а)пирена в копченой рыбной продукции [9], поэтому сложно оценить уровни загрязнения мышц и печени исследованных рыб ПАУ. В печени рыб как депонирующем органе сумма 19 ПАУ была значительно выше, чем в мышцах, вследствие более высокого содержания в ней жира.

В мышцах и печени рыб из индивидуальных ПАУ доминировали неканцерогенные соединения – нафталин, 1-метилнафталин, 2-метилнафталин и флуорен («метчики» типично нефтяных аренов), составляющие 65–80% от  $\Sigma$ ПАУ. Содержание соединений, проявляющих канцерогенную активность (бенз[б]флуорантен, бенз[а]пирен, дибенз[а, h]антрацен), в мышцах исследованных рыб составляло 1,7–3,6% от  $\Sigma$ ПАУ, в печени трески, пикши и черного палтуса – не превышало 2,6%, за исключением морской камбалы, в печени которой канцерогенные соединения достигали 44,0%. Среди них доминировал бенз[а]пирен, составляющий 32,4% от  $\Sigma$ ПАУ. Суммарное содержание ПАУ в мышцах промысловых рыб Баренцева моря было значительно ниже, чем в мышцах трески, выловленной в водах Северо-Западной Атлантики, и в мышцах рыб Средиземного, Балтийского, Каспийского и Черного морей (300–400 нг/г сырой массы) [10, 11]. Полученные результаты свидетельствовали о низком уровне загрязнения промысловых рыб Баренцева моря ПАУ, в том числе обладающими канцерогенными свойствами.

Распределение персистентных хлорированных углеводородов в морских организмах отличается крайней неоднородностью и тяготением их повышенного содержания к системам депонирования, а также к органам и тканям с высоким содержанием жира [12, 13]. Наибольшее суммарное содержание  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ) обнаружено в мышцах черного палтуса (4,42 нг/г сырой массы), выловленного на Западном склоне Гусиной банки. Максимальное содержание гексахлорбензола (ГХБ), изомеров хлордана и метаболитов дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) определено в мышцах черного палтуса (0,86; 6,62 и 9,97 нг/г сырой массы соответственно) из этого же промышленного района.

Остаточные количества хлорорганических пестицидов (ХОП) в печени исследованных рыб были значительно выше, чем в мышцах, так как печень является депонирующим органом, где, в первую очередь, происходит накопление загрязняющих веществ. Кроме того, печень рыб отличается более высоким содержанием жира по сравнению с мышцами, а все хлорированные углеводороды обладают липофильными свойствами, то есть хорошо растворяются в жирах [13].

Высокое суммарное содержание изомеров ГХЦГ характерно для печени морской камбалы, выловленной на Северном склоне Мурманского мелководья (26,7 нг/г сырой массы). Максимальное количество ГХБ определено в печени морской камбалы из этого же промышленного района (4,34 нг/г сырой массы). Высокое содержание изомеров хлордана (72,5 нг/г сырой массы) и метаболитов ДДТ (129 нг/г сырой массы) обнаружено в печени трески, выловленной на Северо-Восточном склоне Мурманской банки, но по классификации уровней загрязнения печени трески, принятой Норвежским государственным агентством по охране окружающей среды (SFT), оно соответствовало фоновому уровню [14]. Преобладание содержания изомеров  $\alpha$ -ГХЦГ над  $\gamma$ -ГХЦГ и  $p,p'$ -ДДЕ над  $p,p'$ -ДДТ в мышцах и печени исследованных рыб указывало на «старое» загрязнение этими пестицидами среды их обитания.

Суммарное содержание полихлорбифенилов (ПХБ) в мышцах промысловых рыб изменялось от 0,60 до 14,9, в печени – от 11,7 до 219 нг/г сырой массы. Наиболее высокое содержание ПХБ обнаружено в печени трески и пикши, выловленных в Западном Прибрежном районе (219 и 179 нг/г сырой массы соответственно). Из 12 определяемых ПХБ в мышцах и печени рыб доминировали конгенеры с номерами 118, 138 и 153, составляющие 50–70% от  $\Sigma$ ПХБ, что указывало на техногенное загрязнение среды обитания рыб промышленными смесями ПХБ типа Aroclor, российские аналоги Совол (конденсаторное масло) и Совтол-10 (трансформаторное масло) (рис. 2).

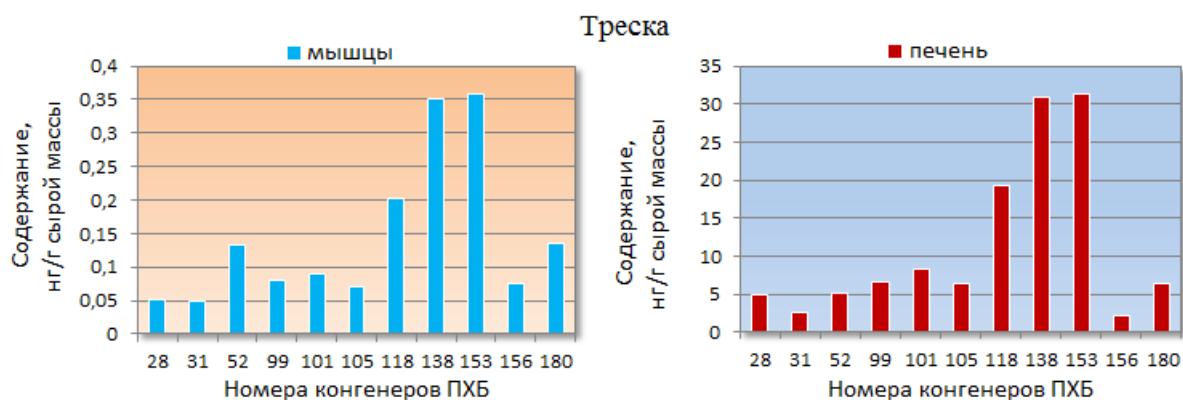


Рис. 2. Среднее содержание конгенов ПХБ в треске Баренцева моря в 2014 г.

Токсичность диоксиноподобных ПХБ, обнаруженных в мышцах рыб, была во всех случаях меньше 1, за исключением черного палтуса (1,18 пг ТЭ/г сырой массы). Наибольшая величина этого показателя найдена в печени трески, выловленной на Северо-Восточном склоне Мурманской банки (14,5 пг ТЭ/г сырой массы), и пикши, выловленной на Канинской банке (6,36 пг ТЭ/г сырой массы).

Тем не менее содержание хлорированных углеводородов в мышцах и печени исследованных рыб было значительно ниже допустимых уровней, установленных санитарными правилами и нормативами РФ для морских рыб [9].

Тяжелые металлы по токсикологическим оценкам «стресс-индексов» занимают второе место среди загрязняющих веществ, уступая только ХОП и ПХБ. К числу наиболее распространенных металлов-загрязнителей относятся свинец, кадмий, ртуть, а также другие, так называемые следовые элементы, например, мышьяк [15].

Из тяжелых металлов в мышцах и печени исследованных рыб преобладало железо. Содержание меди, цинка, никеля, хрома, марганца и кобальта в тканях рыб варьировало в очень узких интервалах, характерных для природных фоновых уровней. По СанПиН 232.1078-01 в мышцах морских рыб нормируется только содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути, а в печени – свинца, кадмия и ртути [9]. Среднее содержание свинца и кадмия в тканях промысловых рыб было значительно ниже допустимых уровней. Среднее содержание общего мышьяка в мышцах рыб не превышало установленный норматив – 5 мкг/г сырой массы, за исключением трески. В мышцах 23 из 34 экземпляров трески величины содержания общего мышьяка варьировали в диапазоне 5,2–12,6 мкг/г сырой массы. Мышьяк полноправно участвует в метаболизме гидробионтов, входит в состав металлопротеидов (арсенобетаинов) и всегда присутствует в организмах водных промысловых объектов. Его общее повышенное содержание не имеет ничего общего с техногенным загрязнением. Мышьяк поглощается гидробионтами в основном с пищей и токсичные неорганические соединения мышьяка способны быстро образовывать прочные комплексы с низкомолекулярными органическими соединениями, которые не представляют опасности для человека и к тому же быстро выводятся из организма [16].

По опубликованным данным, содержание общего мышьяка в 320 пробах мышц черного палтуса, выловленного в прибрежных водах северной Норвегии (арх. Шпицберген), варьировало от 2,0 до 41 мкг/г при среднем значении  $8,1 \pm 6,2$  мкг/г сырой массы. Содержание токсичного неорганического мышьяка в мышцах черного палтуса изменялось от значения  $< 0,001$  до 0,01 мкг/г сырой массы. В мышцах атлантической трески содержание общего мышьяка варьировало в широком диапазоне – от 0,4 до 52 мкг/г сырой массы. Содержание же токсичного неорганического мышьяка было  $< 0,001$  мкг/г сырой массы [17].

В мышцах промысловых рыб содержание общей ртути изменялось от 0,003 до 0,070, а в печени – от 0,010 до 0,396 мкг/г сырой массы и не превышало установленный норматив 0,5 мкг/г сырой массы (рис. 3) [9].

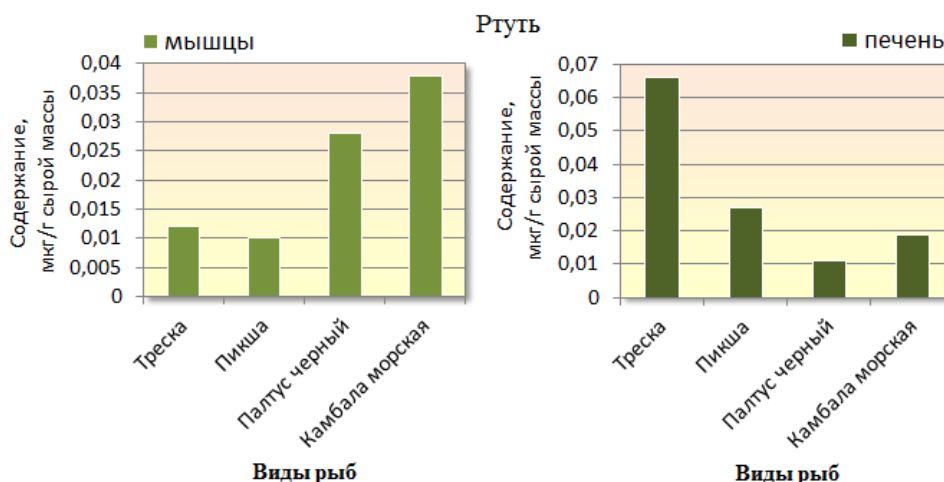


Рис. 3. Среднее содержание общей ртути в рыбах Баренцева моря в 2014 г.

В 2014 г. величины удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в мышцах камбалы-ерша из нескольких промысловых районов Баренцева моря были меньше 0,1 и меньше 1 Бк/кг сырой массы соответственно, что более чем в 100 раз ниже утвержденных нормативов [9].

В результате проведенных исследований установлено, что в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря преобладали АЛУ (*n*-парафины) биогенного происхождения. Полученные данные свидетельствовали о низком уровне загрязнения рыб ПАУ, обладающими канцерогенными свойствами. Содержание хлорированных углеводородов и микроэлементов – свинец, кадмия, мышьяка и ртути – в тканях рыб было значительно ниже допустимых уровней, установлен-

ных санитарными правилами и нормативами РФ для морских рыб. Исключение составляло содержание общего мышьяка в мышцах трески Баренцева моря, которое нормируется в СанПиН 2.3.2.1078-01. Но проводимые в настоящее время исследования указывают на то, что нормировать в мышцах промысловых рыб следует содержание не общего мышьяка, а его токсичных неорганических соединений. В последнее десятилетие величины удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в промысловых рыбах Баренцева моря сохраняются на постоянном уровне и на два порядка ниже допустимых в РФ величин.

### Литература

1. ICES Guidelines for Monitoring Contaminants in Fish and Shellfish and in Sediments/ Six Year review of ICES Coordinated Monitoring Programmes // Coop. Res.Report. – 1984. – № 126. – P. 96–100.
2. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 2. Guidelines for Use of Biological Accumulators in Marine Pollution Monitoring // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – No. 150. – 76 pp.
3. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3. Sampling and Analyses of Biological Material // FAO Fisheries Technical Paper. – 1976. – No.158. – 124 pp.
4. Методика выполнения измерений активности (удельной активности) гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах с применением спектрометра энергии гамма-излучения CANBERRA с программным обеспечением GENIE 2000. – СПб.: Изд-во ООО «НТЦ «РАДЭК», 2009. – 43 с.
5. Методика выполнения измерений удельной активности стронция-90 в пробах окружающей среды на сцинтилляционной установке “LS 6500”. – СПб.: Изд-во ООО «НТЦ «РАДЭК», 2006. – 16 с.
6. Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / Г.Г. Матишов, Л.Г. Павлова, Г.В. Ильин, Т.А. Щекатурина, О.Г. Миронов, В.С. Петров. – Апатиты, 1997. – 404 с.
7. Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л. Метод определения углеводов в морских организмах // Методы исследования органического вещества в океане. – М.: Наука, 1980. – С. 269–274.
8. The alkanes of marine organisms from the United Kingdom and surrounding waters / Whittle K. J., Mackie P.R. Hardy R., et al. // Rapp. P.-V. Peun. Cons. int. Explor. Mer. – 1977. – V. 171. – P. 72–78.
9. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2. 1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
10. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – М.: Изд-во ВНИРО, 1997. – 349 с.
11. Polycyclic aromatic compounds in cod (*Gadus morhua*) from the Northwest Atlantic and St. Lawrence estuary / Hellou J., Upshall C., Payne J. F. Hodson P. V. // Sci. Total Environ. – 1994. – V. 145. – № 1–2. – P. 71–79.
12. Стойкие органические загрязнители: пути решения проблемы / В.В. Худoley, Е.Е. Гусарова, А.В. Клинский, Г.А. Ливанов, А.А. Старцев. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. – 363 с.
13. Худoley В.В. Полициклические ароматические и галогенизированные углеводороды: антропогенная нагрузка северных морей и оценка онкоэкологической опасности // Проблемы экологии полярных областей. – М.: Наука, 1991. – С. 88–91.
14. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning / J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // SFT Veiledning, 1997. – 97:03. – 36 pp. (In Norwegian).
15. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой икhtiофауне Мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
16. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
17. Concentrations of mercury, arsenic, cadmium and lead in Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) caught of the coast of northern Norway / K. Julshamn, S. Frantzen, S. Valdersnes, B. Nilsen, A. Maage, K. Nedreaas // Marine Biology Research. – 2011. – V.7. – Issue 8. – P. 733–745.

УДК 556.551(470.41-751.2)

**И.А. Рысаева**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
Казань, 420043  
e-mail: rysira85@mail.ru*

### **СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОЗЕРНЫХ ВОД РАИФСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

В статье приведены результаты сезонных гидрохимических исследований ряда озер Раифского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника. Полученные данные свидетельствуют о том, что воды исследуемых озер относятся к категории от «вполне чистые» до «слабозагрязненные» воды.

**Ключевые слова:** озеро, содержание, макрокомпоненты, ПДК, химический состав, Волжско-Камский заповедник.

**I.A. Rysaeva**

*Kazan (Volga Region) federal university,  
Kazan, 420043  
e-mail: rysira85@mail.ru*

### **SEASONAL VARIABILITY OF HYDROCHEMICAL COMPOSITION OF LAKES WATERS OF THE RAIFSKY SITE OF VOLGA-KAMA OF THE NATIONAL NATURAL BIOSPHERIC PARK**

Results of seasonal hydrochemical researches of a number of lakes of the Raifsky site of Volga-Kama of the national natural biospheric reserve are given in this article. The obtained data testify that waters of studied lakes belong to the category from «quite pure» to the «poorly dirty» waters.

**Key words:** lake, contents, macrocomponents, PDK, chemical composition, Volga-Kama reserve.

Формирование химического состава вод озер – многофакторный процесс, в котором, наряду с внешним поступлением веществ в них с атмосферными осадками, поверхностным и подземным стоками, антропогенным путем, протекают еще внутриводоемные гидробиологические процессы. Течение вышеуказанных процессов приводит к изменению не только концентрации, но и зачастую абсолютного количества химических ингредиентов в водах озер [1].

В работе по результатам собственных гидрохимических исследований, проведенных в весенне-летний период 2014 г., проанализирован макрокомпонентный состав вод Белого и Раифского озер, расположенных на территории Волжско-Камского государственного природного биосферного резервата (Республика Татарстан, Зеленодольский муниципальный район, Раифский участок заповедника).

Раифский участок Волжско-Камского заповедника расположен на левом склоне долины Волги, на ее высоких четвертичных надпойменных террасах. Четвертичные аллювиальные отложения Волги подстилаются песчано-глинистыми аллювиально-озерными осадками плиоцена, среди которых местами сохранились известняково-доломитовые породы казанского яруса верхнего отдела пермской системы [2]. Террасовый рельеф расчленен долинами р. Сумка, протяженность которой по территории заповедника составляет 3,4 км, ее притоком р. Сер-Булак длиной 6,4 км. Помимо малых рек, на территории Раифского участка резервата сложился своеобразный комплекс из 10–12 разнотипных озер карстово-суффозионного происхождения, связанных в единую гидрологическую систему рр. Сумка и Сер-Булак.



Первым по течению р. Сумка расположено оз. Белое, которое находится в охранной зоне заповедника около пос. Бело-Безводное (отделившаяся в результате заноса озера его восточная оконечность с признаками интенсивного заболачивания получила название «оз. Черное»), а через 2,5 км в месте слияния Сумки и Сер-Булака, расположено заповедное оз. Раифское.

Белое и Раифское озера в прошлом являлись единым водоемом, но в результате хозяйственной деятельности человека последнее разделилось на три части. Раифское озеро является самым крупным карстовым водоемом в системе озер рассматриваемого участка Волжско-Камского резервата, его площадь в настоящее время составляет 33 га, максимальная ширина – 300 м, наибольшая глубина – 20 м.

Основное питание озеро получает за счет весенних вод, выпадающих в озеро рек, грунтовых вод, которые медленно просачиваются по песчаному руслу р. Сумка.

Работы по изучению химического состава и качества поверхностных вод Раифы были организованы еще в 1983 г. совместно с кафедрой охраны природы биолого-почвенного факультета Казанского университета под руководством Н.М. Мингазовой. В первые годы исследований отбираемые пробы анализировались с помощью полевой гидрохимической лаборатории А.А. Резникова, с 1985 г. анализ проб проводился в гидрохимических лабораториях заповедника и университета, с 1997 г. – в ЦСИАК Минприроды РТ. При этом на стадии обработки образцов использовались общепринятые и утвержденные в гидрохимии методики [3–5].

Гидролого-гидрохимические исследования водоемов Раифы осуществлялись на базе постоянных гидропостов заповедника (рис.): 1 – р. Сумка, вход в озеро Белое (в 100 м до впадения реки в озеро); 2 – р. Сумка, выход из оз. Белое (автомобильный мост по шоссе Казань-Кульбаши); 3 – р. Сумка, мост в кв. 19/20 (в 1 км выше оз. Раифское); 4 – р. Сумка, выход из оз. Раифское (кв. 32, в 1 км ниже озера); 5 – Сопа (в 250 м до впадения в р. Сумка); 6 – р. Сер-Булак, вход в оз. Линево (кв. 110, в 150 м до впадения реки в озеро); 7 – р. Сер-Булак, мост в кв. 145; 8 – р. Сер-Булак при впадении в оз. Раифское (мост у монастыря) [6].

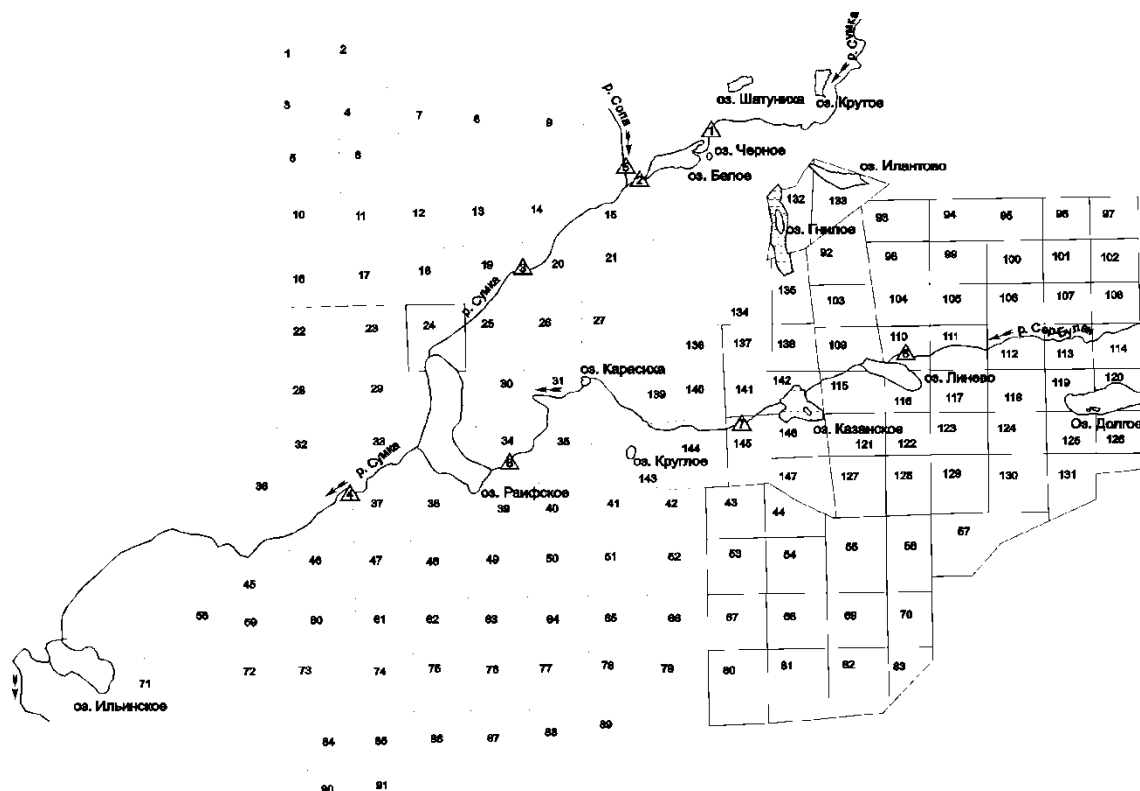


Схема гидрологических постов Раифского участка заповедника и его охранной зоны

Примечание: Δ – гидрологический пост

Контроль за химическим составом воды включал в себя определение основных ее физико-химических параметров: прозрачность, цвет, температура, аналитическая программа также включала определение газового состава воды, pH, состав основных и биогенных ионов во всех водоемах территории исследования.

С конца 80-х по 2000 г. гидрохимические исследования озер Раифского участка Волжско-Камского заповедника проводились благодаря совместным усилиям сотрудников резервата и ученых Казанского университета. В рамках настоящего исследования гидрохимическое опробование вод исследуемых водоемов проводилось однократно в сезон (апрель, август 2014 г.). Пробы воды из озер отбирались стандартными методами объемом 1 л пластмассовым батометром на глубине 1 м в полиэтиленовые бутылки для определения содержания главных ионов. Образцы проб воды в последующем были подвергнуты химическому анализу, который проводился с использованием ранцевой полевой лаборатории «РПЛ-почва». Для измерения использовались две группы методов: количественный и полуколичественный. В состав первой входит, в частности, т.н. титриметрический, применение которого позволило определить концентрацию в водах озер хлоридов, сульфатов, показатель общей жесткости воды. Полуколичественный метод в работе был основан на применении колориметрических тест-комплектов и использовался для обнаружения в водах озер нитратов, водородного показателя воды.

В ходе химического анализа проб воды Белого и Раифского озер, расположенных на территории Волжско-Камского резервата, было установлено, что преобладающим анионом в макрокомпонентном составе вод исследуемых озер является гидрокарбонатный ион, содержание которого в летний период колеблется от 213 мг/л (оз. Раифское) до 274 мг/л (оз. Белое). Их содержание в водах озер обусловлено процессами растворения атмосферного CO<sub>2</sub>, взаимодействия воды с находящимися в прилегающих грунтах известняками и, конечно, протекающими в воде жизненными процессами дыхания всех водных организмов.

Кроме того, доминирование гидрокарбонат-ионов в химическом составе вод природнообусловлено, т.к. район исследования отличается большим поверхностным стоком и малой минерализацией вод, где в составе растворенных веществ преобладают ионы HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Полученные величины концентрации гидрокарбонат-иона как основного в химическом составе озерных вод района исследования, обуславливают их принадлежность к гидрокарбонатному классу. Наряду с гидрокарбонатами, в пробах воды, отобранных в весенне-летний сезон, карбонат-ионов обнаружено не было.

Существенный вклад в минерализацию вод исследуемых озер вносит сульфат-ион, содержание которого по сезонам года изменялось. Наибольшие значения SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> для оз. Раифское были зафиксированы в летний период отбора проб – 230 мг/л, весной – 92, 1 мг/л. Иной характер временного распределения сульфатов характерен для вод оз. Белое – их наибольшая величина в весенний период – 253 мг/л, летом – 153 мг/л. Но максимальные значения концентраций сульфатов в течение анализируемого периода были в пределах норм ПДК – для сульфатов 500 мг/л.

Генезис сульфат-ионов, как известно, в поверхностных водах связан с процессами химического выветривания и растворения серосодержащих минералов; значительные их количества поступают в водоемы в процессе отмирания и окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения и с подземным стоком. В то же время важно отметить, что источником их присутствия в водах являются сточные воды предприятий, бытовые стоки и воды, выносимые с сельскохозяйственных угодий. Указанные источники происхождения сульфат-ионов применимы отчасти к территории исследования, в виду того, что Волжско-Камский биосферный резерват граничит с землями сельскохозяйственных предприятий, среди которых птицефабрика, зверо- и овощеводческое хозяйство.

Кроме того, более ранними исследованиями было установлено развитие эрозионных процессов на территории занятой сельскохозяйственными угодьями. Их действие явилось причиной не только ухудшения качества вод озер Раифского участка заповедника, но и изменением морфометрических характеристик водоемов. Так, например, проведенные наблюдения показали, что в 1960–1970 гг. происходило интенсивное заиление озер. В оз. Раифское поступало до 34–74 тыс. т. наносов, что вызвало быстрое сокращение его площади [7].

Содержание хлоридов в водах озер по результатам анализа имеет выраженную сезонную изменчивость. Вклад хлорид-ионов в минерализацию озерных вод наиболее велик в летний период года, составляя для оз. Белое – 25 мг/л, Раифское – 28,4 мг/л, тогда как весной концентра-

ция данного аниона составляет 14,2 мг/л и 8,9 мг/л соответственно. И если принять в расчет тот факт, что ПДК хлорид-ионов в природных водах составляет 300 мг/л, то очевиден характер «следового» присутствия данного аниона в весенне-летний период в водах исследуемых озер.

В меньших количествах, по сравнению с другими элементами, в водах исследуемых озер на момент отбора проб обнаружено нитратов и ионов аммония. Как известно, катионы аммония являются продуктом микробиологического разложения белков животного и растительного происхождения. Образующийся таким путем аммоний каждый раз, вновь и вновь, вовлекается в процесс синтеза белков, участвуя тем самым в биологическом круговороте веществ. По этой причине аммоний и его соединения в небольших концентрациях присутствуют в природных водах, что типично и для вод озер района исследования, где величина аммония составила 0,1–0,2 мг/л при ПДК – 2,6 мг/л.

Содержание нитратов в озерах в летний сезон было примерно на одном уровне – 0,2–0,5 мг/л, весной же их концентрация в водах была в разы выше от 4,0 мг/л в оз. Раифское до 7,0 мг/л – в оз. Белое.

Жесткость воды, определяемая суммарным содержанием в водах ионов кальция и магния, служит важным показателем оценки качества вод для питьевого водоснабжения, рыбоводческих и иных целей. В водах Белого и Раифского озер величина общей жесткости в весенний период находится в пределах 2,4–2,6 ммоль/л, летом – не более 3 ммоль/л. По существующей градации жесткости вод исследуемые озера относятся к категории «очень мягкие» – «мягкие». Величина рН озер, как один из важных показателей, контролирующих присутствие в водном растворе большинства химических элементов, характеризуется выраженной сезонной изменчивостью. В весенний сезон значение рН Белого и Раифского озер лежит в пределах 6,1–6,3, т.е. по активной реакции среды воды соответствуют категории «очень слабокислые», тогда как в летний период происходит движение в сторону реакции щелочного вида, где величина рН для озер составляет 7–7,5.

Прозрачность вод исследуемых озер в весенний период снижается до 0,15 м, цвет воды изменяется от желтовато-зеленого на коричневый, что связано с поступлением в водоемы большого количества взвешенных частиц. Летом воды озер характеризуются невысокой прозрачностью – 0,6–1,73 м.

Температурный режим оз. Белое соответствует режиму мелководных водоемов: верхние слои летом прогреваются до 20–27°C, а с глубины 1,5 м начинается постепенное снижение температуры до 17–15°C. Температурный режим оз. Раифское соответствует режиму глубоких стратифицированных водоемов. Так, в летний период верхние слои воды прогреваются до 19–27°C, на глубине 4–6 м отмечается температурный скачок – температура снижается до 16–14°C, а на глубине 8–17 м температура воды составляет 6–4°C.

Из результатов проведенных исследований следует, что химический состав вод оз. Раифское и Белое незначительно отличается друг от друга, и, исходя из классификации О.А. Алекина, озера относятся к гидрокарбонатному классу кальциевой группы первого и второго типа вод с малой и средней минерализацией.

В целом же качество вод исследуемых озер соответствует переходной категории – от «вполне чистые воды» до «слабозагрязненные воды». При этом поверхностные слои можно оценить как «вполне чистые» воды, а придонные – «слабозагрязненные» воды.

Результаты химического анализа отобранных проб воды показали отсутствие карбонатов в химическом составе вод исследуемых озер. По существующей градации жесткости вод исследуемые озера относятся к категории «очень мягкие» – «мягкие». Определено, что величина рН исследуемых озер в весенний период составляет 6,1–6,3, что соответствует категории «очень слабокислые» воды, летом – 7–7,5. Результаты настоящего гидрохимического исследования подтверждено, что качество вод Белого и Раифского озер соответствует переходной категории от «вполне чистые воды» до «слабозагрязненные воды».

### Литература

1. Моисеенко Т.И., Даувальтер В.А., Родюшкин И.В. Геохимическая миграция элементов в субарктическом водоеме (на примере озера Имандра). – Апатиты: КНЦ РАН, 1997. – 127 с.
2. Дедков А.П., Мозжерин В.В. Эоплейстоцен // Геология Татарстана. – 2003. – С. 242–248.
3. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л.: Гидрометеоздат. – 1973. – 268 с.

4. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. – Л.: Гидрометеониздат, 1977. – 542 с.

5. Строганов Н.С., Бузинова Н.С. Практическое руководство по гидрохимии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 196 с.

6. Унковская Е.Н., Мингазова Н.М., Павлова Л.Р. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика водоемов Раифы // Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника. – 2002. – Вып. 5. – С. 9–36.

7. Тайсин А.С. Антропогенная активизация эрозии и динамика озер Приказанского района. – Казань, 1996. – 58 с.

УДК 594.117 (265.54)

**Л.Г. Седова, Д.А. Соколенко**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,*

*Владивосток, 690091*

*E-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru*

#### **РЕСУРСЫ ГРЕБЕШКА СВИФТА В ПРИБРЕЖЬЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ**

Приведены данные о современном состоянии ресурсов гребешка Свифта в прибрежных водах Приморского края. В настоящее время общий запас вида на площади более 165 км<sup>2</sup> составляет 1,3 тыс. т. В составе поселений преобладают особи с высотой раковины более 70 мм (промышленного размера) – 91,7%.

**Ключевые слова:** гребешок Свифта, *Chlamys swifti*, ресурсы, размерная структура, залив Петра Великого, Японское море.

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

*Pacific Scientific Research Fisheries Center (TINRO-Center),*

*Vladivostok, 690091*

*e-mail: ludmila.sedova@tinro-center.ru*

#### **STOCK OF SWIFT'S SCALLOP IN THE COASTAL WATERS OF PRIMORSKY KRAI**

The current status of Swift's scallop stock in the coastal waters of Primorsky krai is presented. Total stock is evaluated about 1.3 thousand tons on the area more than 165 square kilometers. Mollusks with shell height more than 70 mm (commercial size) are dominated (91.7%).

**Key words:** Swift's scallop, *Chlamys swifti*, stock, dimensional structure, Peter the Great Bay, the Sea of Japan.

Гребешок Свифта (*Chlamys swifti* (Bernardi, 1858)) – тихоокеанский приазиатский нижнебореальный вид, ведет прикрепленный образ жизни, предпочитает каменистые, галечные и скальные грунты [1]. Наиболее полное исследование распространения гребешка Свифта в прибрежье Приморского края было проведено экспедицией А.И. Разина в 1930-х годах [2]. Гребешок был обнаружен на всем участке от зал. Посьета до зал. Владимира. Более плотные поселения были отмечены от зал. Находка до зал. Владимира на глубинах от 2 до 46 м: в бухтах залива Владимира, у островов Петрова, Чихачева, мысов Оларовского и Кузьмина. Поскольку исследования проводили с помощью драгирования, то основные места обитания гребешка (каменистые, скальные грунты) не могли быть обследованы.

Цель настоящего исследования – изучение распределения гребешка Свифта, оценка состояния его ресурсов и состава поселений в прибрежной зоне Приморского края от устья реки Туманная до м. Золотой.

Поселения гребешка исследовали водолазным способом на НИС «Убежденный» БИФ ТИН-РО ежегодно в летне-осенний период с 2007 по 2014 г. Водолазные работы проводили на глубинах до 20 м с использованием стандартных гидробиологических методов [3]. Проанализировано 3768 станций в заливе Петра Великого и 1857 станций в прибрежье северного Приморья (от м. Поворотный до м. Золотой), расположенных вдоль побережья Приморского края, за исключением акваторий портов, плантаций марикультуры и районов, запрещенных для плавания. Для подготовки картографических материалов использовали ГИС MapInfo Professional. Расчет численности и общей биомассы гребешка осуществляли методом диаграмм Вороного [4]. Было промерено около 1,5 тысяч особей. Линейные размеры моллюсков определяли с помощью штангенциркуля (точность  $\pm 1$  мм), массу особей – взвешиванием ( $\pm 1$  г). Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программ Statistica, Microsoft Excel.

Гребешок Свифта отмечен на глубинах от 1,5 до 20 м. В заливе Петра Великого моллюск не образует больших скоплений, встречается с низкой плотностью ( $2-4$  г/м<sup>2</sup>) и занимает незначительные площади (0,1–1,5 км<sup>2</sup>, общая площадь – 3,0 км<sup>2</sup>) в зал. Посьета, бухтах Бойсмана, Рифовая, островной зоне залива Петра Великого, районе острова Путятина (рис. 1). В северном Приморье (от м. Поворотный до м. Золотой) плотность поселений гребешка варьирует от 1 до 87 г/м<sup>2</sup> (среднее значение – 20 г/м<sup>2</sup>) на площади от 0,2 до 74,6 км<sup>2</sup> (общая площадь – 162,2 км<sup>2</sup>). С наибольшей плотностью гребешок встречается на участке от м. Счастливый до м. Первенец, занимающая при этом площадь 0,2 км<sup>2</sup>. Наибольшую площадь вид занимает на участке от м. Гиляк до м. Золотой, но с низкой плотностью – 4 г/м<sup>2</sup>.

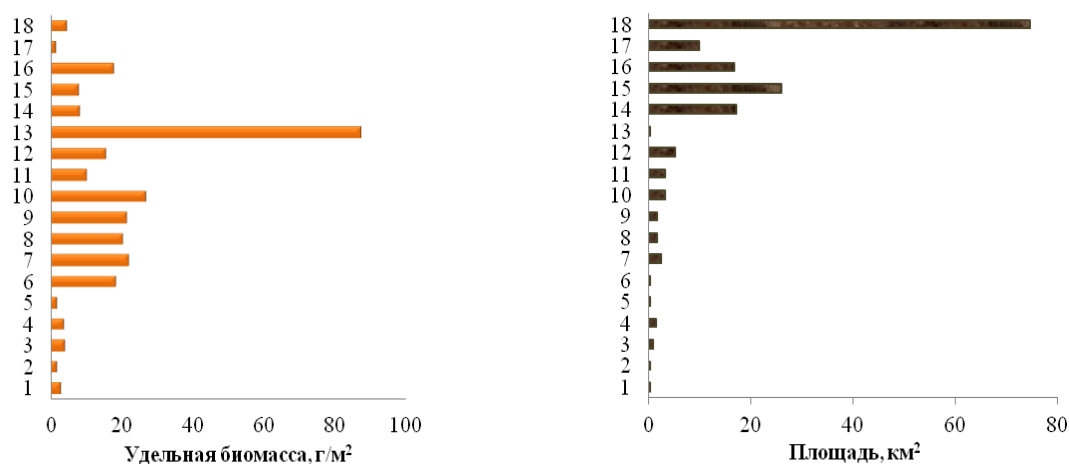


Рис. 1. Удельная биомасса и площадь распространения гребешка Свифта  
Залив Петра Великого: 1 – зал. Посьета, 2 – б. Бойсмана, 3 – островная зона,  
4 – акватории о. Путятина, 5 – б. Рифовая; северное Приморье: 6 – б. Успения,  
7 – б. Соколовская – м. Маневского, 8 – от зал. Ольги до зал. Владимира, 9 – зал. Владимира,  
10 – м. Балюзек – м. Южный, 11 – м. Южный – б. Рудная, 12 – б. Рудная – м. Счастливый,  
13 – м. Счастливый – м. Первенец, 14 – м. Русский – м. Маячный, 15 – м. Маячный – м. Теплый,  
16 – м. Теплый – м. Олимпиады, 17 – м. Олимпиады – м. Гиляк, 18 – м. Гиляк – м. Золотой

В заливе Петра Великого гребешок Свифта встречается размером от 12 до 118 мм (средняя высота раковины –  $93 \pm 5$  мм) и массой от 0,5 до 305 г (средняя масса –  $156 \pm 24$  г). В акваториях северного Приморья – размером от 10 до 123 мм (средняя высота раковины –  $91 \pm 2$  мм) и массой от 0,1 до 340 г (средняя масса –  $134 \pm 8$  г). Размерная структура его поселений из различных мест обитания существенно различается, но везде преобладает промысловая часть (рис. 2). За промысловую меру принята высота раковины гребешка равная 70 мм, которая достигается с наступлением половозрелости моллюска в возрасте около 3 лет [5].

Для залива Петра Великого среднее значение доли промысловой части поселений составило 93,2%. В заливе Посьета, б. Бойсмана, акваториях о. Путятина встречались особи преимущественно промыслового размера, в б. Рифовая доля особей промыслового размера составила 75,0%.

На акваториях северного Приморья среднее значение доли промысловой части поселений – 91,1%. В б. Успения (6) и на участках от залива Владимира до б. Рудной (9–11), от м. Счастливый до м. Маячный (13, 14), от м. Олимпиады до м. Гиляк (17) доля промысловой части составляет более 90% (рис. 2). Наиболее низкое значение (79,3%) выявлено для поселения гребешка на участке б. Рудная – м. Счастливый, в составе которого присутствуют все размерные группы (12).

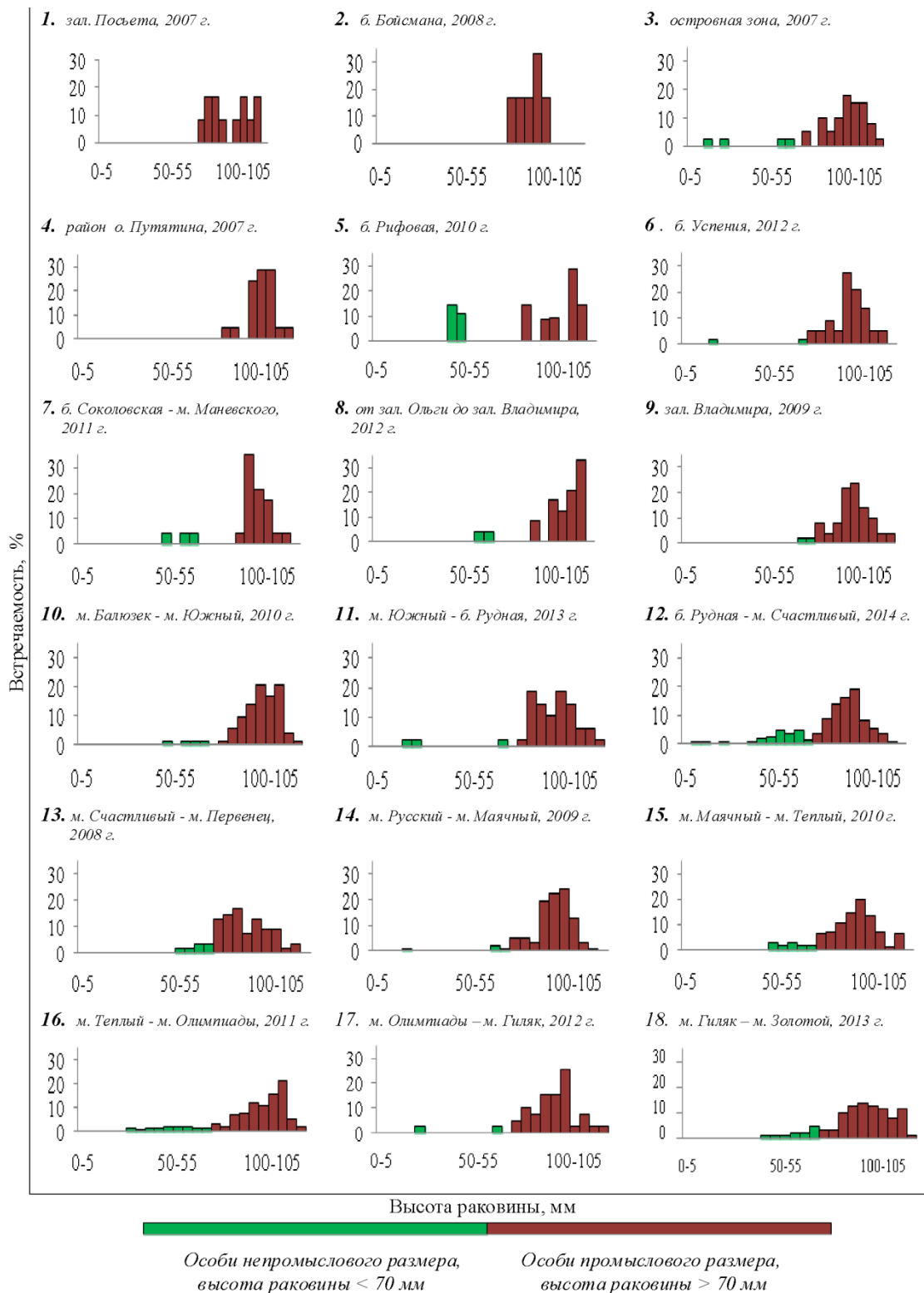


Рис. 2. Размерная структура поселений гребешка Свифта в прибрежье Приморского края 1–5 – залив Петра Великого, 6–18 – акватории северного Приморья

Исследования, проведенные в заливе Петра Великого, не выявили промысловых концентраций гребешка Свифта, общий запас составил около 10 т на площади 3 км<sup>2</sup> (рис. 3). В прибрежье северного Приморья общий запас составил 1333 т на площади 162 км<sup>2</sup>. Более значимые запасы гребешка отмечены на северных участках: от м. Русский до м. Олимпиады – 646 т на площади 60 км<sup>2</sup> (14, 15, 16), от м. Гиляк до м. Золотой – 330 т на площади 75 км<sup>2</sup> (18) (рис. 3).

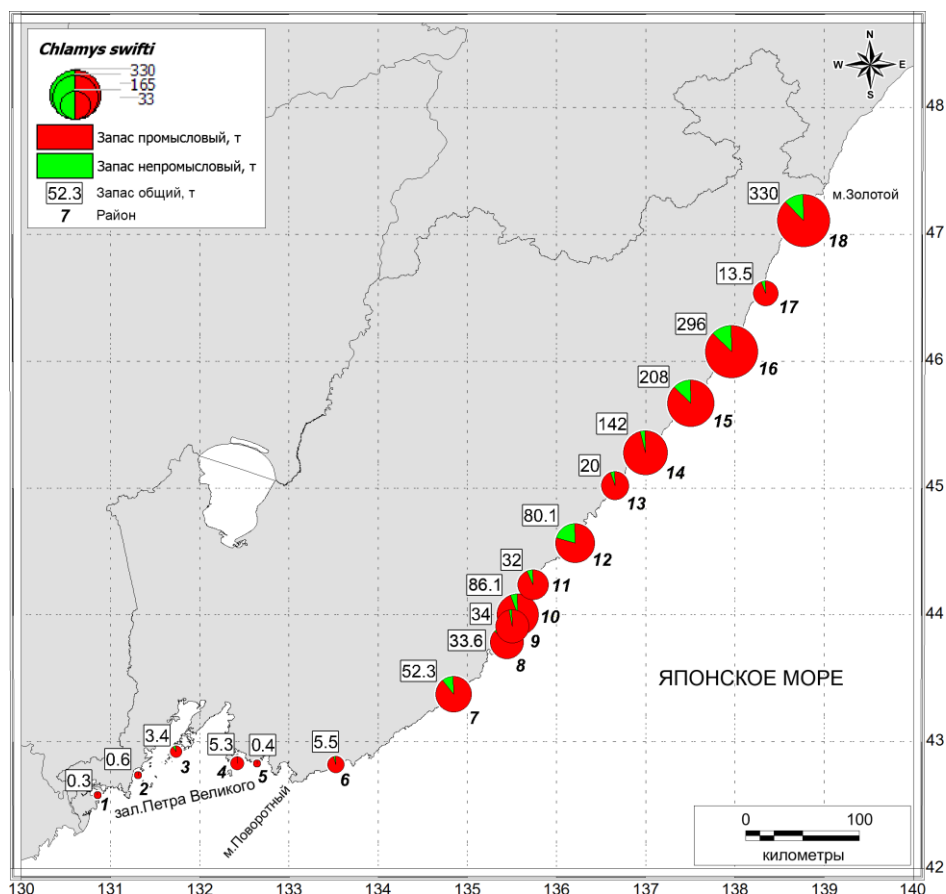


Рис. 3. Ресурсы гребешка Свифта в прибрежье Приморского края (обозначение районов как на рис. 1)

Таким образом, поселения гребешка Свифта в прибрежье Приморского края занимают площадь более 165 км<sup>2</sup>, общий запас составляет 1,3 тыс. т. Основная его часть сосредоточена на акваториях северного Приморья. С продвижением на север запасы гребешка увеличиваются. Доля особей промыслового размера в поселениях составляет в среднем 91,7%. Имеющиеся запасы гребешка Свифта в прибрежье Приморского края не позволяют рекомендовать данный вид к промышленному изъятию.

### Литература

1. Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт северо-западной части Тихого океана. – Л.: Наука, 1981. – 480 с.
2. Разин А.И. Морские промысловые моллюски южного Приморья. – М. – Хабаровск: ОГИЗ-ДАЛЬГИЗ, 1934. – 110 с.
3. Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. – М.: ВНИРО, 2003. – 80 с.
4. 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.
5. Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России / Сост. С.В. Явнов; Науч. ред. С.Е. Поздняков // Атласы промысловых и перспективных для промысла гидробионтов дальневосточных морей России. – Владивосток: Дюма, 2000. – 168 с.

УДК 594.117 (265.54)

**Л.Г. Седова, Д.А. Соколенко**

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

## **РЕСУРСЫ ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА В ПРИБРЕЖЬЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ**

Приведены данные о современном состоянии ресурсов приморского гребешка в прибрежных водах Приморского края от м. Поворотный до м. Золотой. В настоящее время общий запас вида на площади более 60 км<sup>2</sup> составляет 2,2 тыс. т. В составе поселений преобладают особи с высотой раковины более 120 мм (промыслового размера) – 60,8 %, особи размером менее 100 мм и 100–120 мм составляют по 19,6%.

**Ключевые слова:** приморский гребешок, *Mizuhopecten yessoensis*, ресурсы, размерная структура, Японское море.

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

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

## **STOCK OF YESSO SCALLOP IN THE COASTAL WATERS OF PRIMORSKY KRAI**

The current data of Yesso scallop stock in the coastal waters of Primorsky krai from Povorotnyy Point to Zolotoy Point were presented. At present the total stock is evaluated about 2.2 thousand tons on the area more than 60 square kilometers. Mollusks with shell height more than 120 mm (commercial size) dominate (60.8%). Individuals less than 100 mm and 100-120 mm height have the same ratio (19.6%).

**Key words:** Yesso scallop, *Mizuhopecten yessoensis*, stock, size structure, the Sea of Japan.

Приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) – низкобореальный, сублиторально-элиторальный вид, встречается на глубинах от 1 до 80 м [1]. В 1930-е годы в прибрежье Приморского края от м. Поворотный до зал. Владимира запас вида составлял около 5 тыс. т, в заливе Петра Великого – около 4 тыс. т [2]. В этот период в заливе Петра Великого велась активная добыча гребешка. В 1950-е годы промысел был закрыт в связи со снижением его численности и до настоящего времени не возобновлен. В Приморском крае вылов осуществляется только на плантациях марикультуры.

Цель настоящего исследования – изучение распределения приморского гребешка, оценка состояния его ресурсов и состава поселений в прибрежной зоне Приморского края от м. Поворотный до м. Золотой.

Поселения приморского гребешка исследовали водолажным способом на НИС «Убежденный» БИФ ТИНРО ежегодно в летне-осенний период с 2004 по 2014 г. Водолазные работы проводили на глубинах до 20 м с использованием стандартных гидробиологических методов [3]. Проанализировано около 6 тысяч станций, расположенных вдоль побережья Приморского края от м. Поворотный до м. Золотой, за исключением акваторий портов, плантаций марикультуры и районов, запрещенных для плавания. Для подготовки картографических материалов использовали ГИС MapInfo Professional. Расчет численности и общей биомассы гребешка осуществляли методом диаграмм Вороного [4]. Было промерено более 2 тысяч особей. Линейные размеры моллюсков определяли с помощью штангенциркуля (точность ±1 мм), массу особей – взвешиванием (±1 г). Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программ Statistica, Microsoft Excel.



От м. Поворотный до м. Золотой (северное Приморье) приморский гребешок встречается на песчаных, илисто-песчаных грунтах с примесью гальки, гравия, ракуши. У открытых берегов и выходных мысов заливов и бухт основными грунтами от берега до глубины 10–12 м являются скалы и камень, а глубже – более мягкие грунты, где и начинается встречаться гребешок. Скопления имеют ленточный характер и располагаются преимущественно на глубинах 10–20 м, в бухтах и заливах – на глубинах от 2 м. Такое же пространственное распределение приморского гребешка в районе от м. Поворотный до зал. Владимира было выявлено А.И. Разиным в 1930-х годах на глубинах от 10 до 48 м (исследования проводили дражным методом) [2].

С наибольшей плотностью (удельная биомасса 66–79 г/м<sup>2</sup>) гребешок встречался на участках: м. Разградского – м. Красный (2), м. Красная Скала – б. Маневского (4), м. Балюзек – м. Южный (8), б. Рудная – м. Счастливый (10) (рис. 1). На этих участках площадь поселений составляла от 2,8 до 6,5 км<sup>2</sup>. Поселения с наименьшей плотностью отмечены на участках от м. Счастливый до м. Теплый (11–13), от м. Гиляк до м. Золотой (15). На участке от м. Гиляк до м. Золотой поселения гребешка с низкой удельной биомассой (4,6 г/м<sup>2</sup>) занимают наибольшую площадь (12,3 км<sup>2</sup>). На участке от м. Теплый до м. Олимпиады поселение занимает площадь 0,6 км<sup>2</sup> с удельной биомассой 44 г/м<sup>2</sup>.

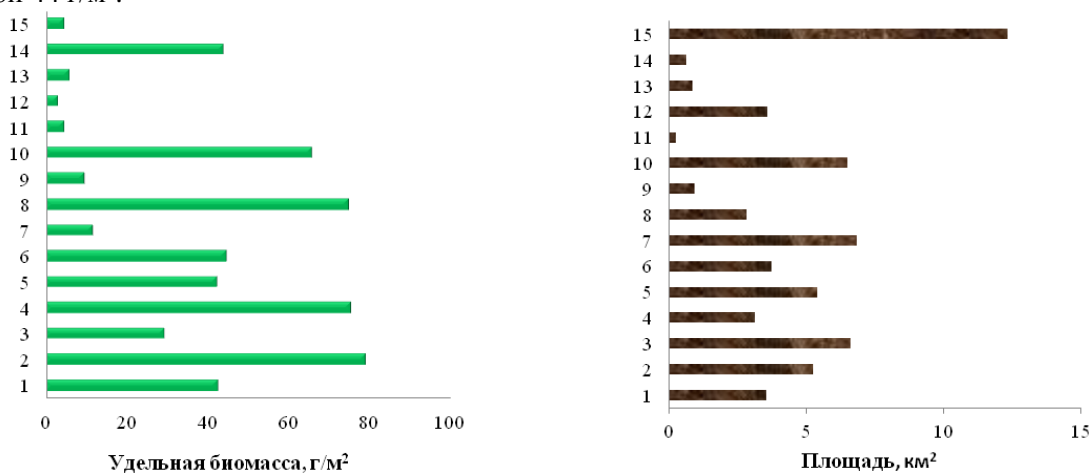


Рис. 1. Удельная биомасса и площадь распространения приморского гребешка от м. Поворотный до м. Золотой.

1. м. Поворотный – м. Разградского, 2. м. Разградского – м. Красный, 3. м. Красный – м. Красная Скала, 4. м. Красная Скала – б. Маневского, 5. зал. Ольги, 6. зал. Ольги – м. Ватовского, 7. зал. Владимира, 8. м. Балюзек – м. Южный, 9. м. Южный – б. Рудная, 10. б. Рудная – м. Счастливый, 11. м. Счастливый – м. Первенец, 12. м. Русский – м. Маячный, 13. м. Маячный – м. Теплый, 14. м. Теплый – м. Олимпиады, 15. м. Гиляк – м. Золотой

Приморский гребешок в прибрежье северного Приморья встречается размером от 14 до 190 мм (средняя высота раковины – 124±3 мм) и массой от 5 до 927 г (средняя масса – 270±19 г). Размерная структура его поселений из различных мест обитания существенно различается. Для сравнения нами были использованы три градации по высоте раковины: до 100 мм (наступление половозрелости гребешка), 100–120 мм и более 120 мм (промысловая мера) [5, 6, 7]. Особи размером менее 120 мм составляют непромысловую часть поселений. В среднем по всему району особи с высотой раковины менее 100 мм и 100–120 мм составили по 19,6%, более 120 мм – 60,8%. В заливе Петра Великого моллюски с высотой раковины менее 100 мм составляют 29,7%, размером 100–120 мм – 20,8%, и более 120 мм – 49,5% [8].

Доля непромысловой части поселений в прибрежье северного Приморья колебалась в пределах от 10,8 до 86,8% (рис. 2). Поселения с высокой долей непромысловой части характерны для участков с наличием бухт и заливов: 10–11 (заливы Опричник, Китовое Ребро, бухты Озера, Пластун, Джигит, Инокова, Удобная, Серебрянка), 2 (Киевка, Соколовская), 9 (Нерпа, Зеркальная, Рудная), 3 (Кит, Валентина), 8 (песчаные бухты), 7 (залив Владимира). Наибольшее количество особей размером до 100 мм (34,0–70,9%) отмечено на участках 2, 9, 10–11, 12. На участке от м. Маячный до м. Теплый (13) встречались особи только промыслового размера, высокая доля промысловой части (более 70%) отмечена на участках 4, 5, 6, 14, 15 (рис. 2).

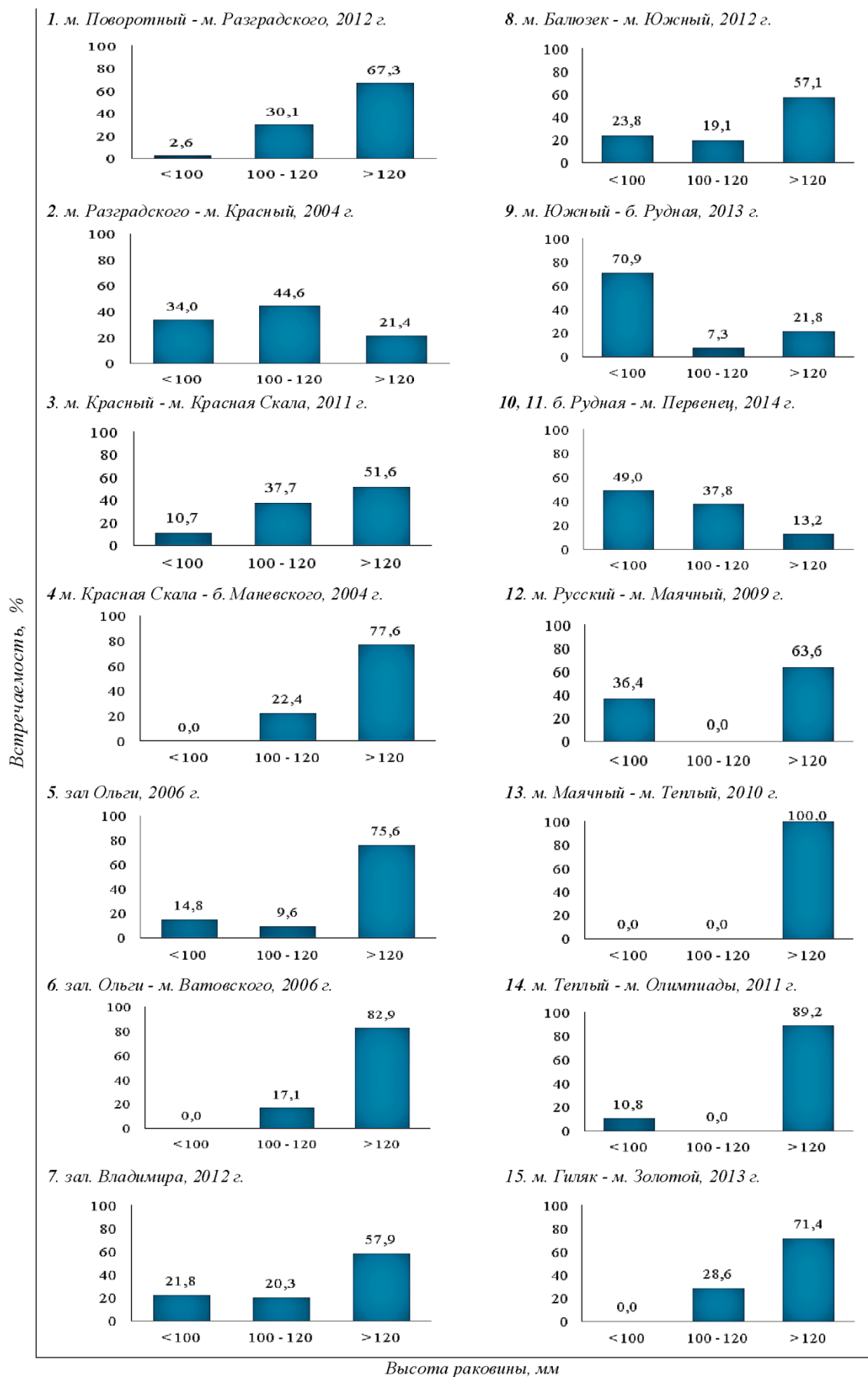


Рис. 2. Размерная структура поселений приморского гребешка

Наиболее значимые запасы приморского гребешка отмечены на участке б. Рудная – м. Счастливый (426 т) (рис. 3). Общий запас гребешка южнее бухты Рудная составил 1683 т, севернее – 101 т. На участке от м. Поворотный до м. Счастливый средняя удельная биомасса составила 48 г/м<sup>2</sup> (пределы от 9 до 79 г/м<sup>2</sup>) на площади 44,5 км<sup>2</sup>, на участке от м. Счастливый до м. Золотой – 12 г/м<sup>2</sup> (пределы от 3 до 44 г/м<sup>2</sup>) на площади 17,5 км<sup>2</sup>.

Наибольшая величина запаса гребешка в 1930-е годы была установлена для зал. Владимира – около 1500 т на площади 11,6 км<sup>2</sup> [2]. Нами, при проведении учета численности моллюсков в 2004–2012 гг. на участке от м. Поворотный до зал. Владимира, запас был оценен на уровне 1,4 тыс. т, в заливе Владимира (2012 г.) – 79 т на площади 6,8 км<sup>2</sup> (для естественных поселений). В настоящее время значительная часть бухт Северная и Южная залива Владимира заняты плантациями марикультуры, где не проводился учет численности гребешка.

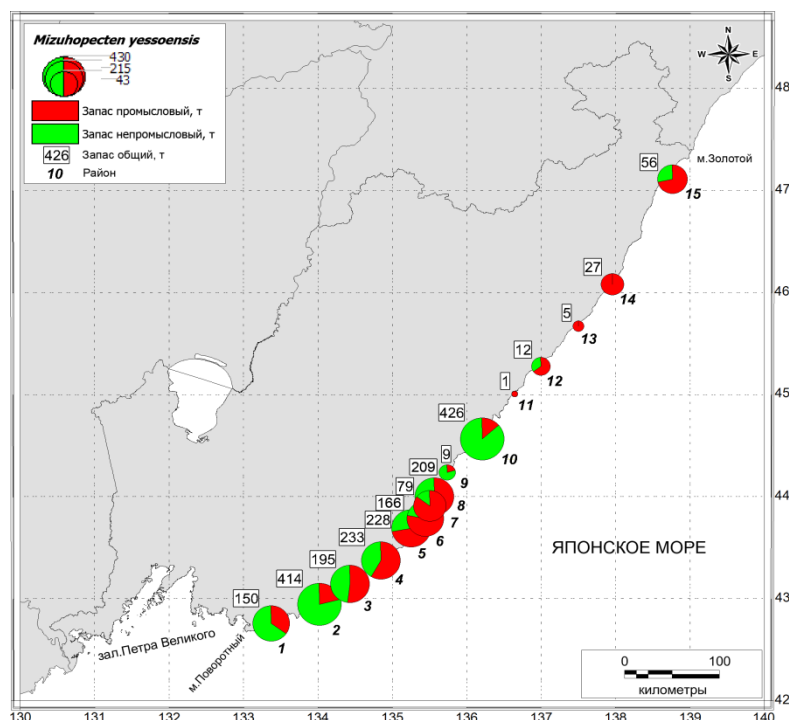


Рис. 3. Ресурсы приморского гребешка от м. Поворотный до м. Золотой (обозначение районов как на рис. 1)

Таким образом, естественные поселения приморского гребешка от м. Поворотный до м. Золотой занимают площадь более 60 км<sup>2</sup>, общий запас составляет 2,2 тыс. т. Основная его часть сосредоточена на участке от м. Поворотный до м. Счастливый – 2,1 тыс. т на площади 44,5 км<sup>2</sup>. Доля особей промыслового размера на данном участке составляет в среднем 50,6%. В заливе Петра Великого естественные поселения моллюска занимают площадь более 50 км<sup>2</sup>, общий запас составляет порядка 800 т, доля особей промыслового размера – 49,5% [8]. По сравнению с 1930-ми годами, в настоящее время восстановления запасов приморского гребешка не отмечено. Имеющиеся ресурсы в прибрежье Приморского края не позволяют рекомендовать данный вид к промышленному изъятию.

### Литература

1. Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт северо-западной части Тихого океана. – Л.: Наука, 1981. – 480 с.
2. Разин А.И. Морские промысловые моллюски южного Приморья. – М.-Хабаровск: ОГИЗ-ДАЛЬГИЗ, 1934. – 110 с.
3. Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. – М.: ВНИРО, 2003. – 80 с.
4. 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.

5. Касьянов В.Л., Медведева Л.А., Яковлев С.Н., Яковлев Ю.М. Размножение иглокожих и двусторчатых моллюсков. – М.: Наука, 1980. – 207 с.
6. Приморский гребешок: Монография. – Владивосток: ИБМ ДВНЦ АН СССР, 1986. – 244 с.
7. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Приложение к приказу Минсельхоза России от 21 октября 2013 г. № 385. – М., 2014. – 151 с.
8. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Численность и размерный состав поселений приморского гребешка в заливе Петра Великого (Японское море) // Известия ТИНРО. – 2014. – Т. 179. – С. 226–235.

УДК 502.51(282.257.25)

**Н.А. Ступникова, Е.Н. Краева**

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

### **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОД РЕКИ АВАЧА**

В статье рассматривается экологическое состояние р. Авача по содержанию в ней загрязняющих веществ. Характерными поллютантами поверхностных вод р. Авача являются фенолы, нефтепродукты, нитритный и аммонийный азот, тяжелые металлы, органическое вещество по БПК<sub>5</sub>, детергенты, которые имеют в основном антропогенное происхождение и поступают в водоток от предприятий жилищно-коммунального хозяйства.

Уровень загрязненности речной воды в створах выше и ниже г. Елизово практически не изменился за 2008–2012 гг. и характеризуется как высокий, что обуславливает значительное превышение ПДК загрязняющих веществ в воде водотока.

**Ключевые слова:** предельно допустимая концентрация, загрязняющие вещества, нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы, детергенты.

**N.A. Stupnikova, E.N. Kraeva**

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

### **APPRECIATION OF ECOLOGICAL STATE WATER RIVER AVACHA**

The ecological condition of the river Avacha according to the contents of the polluting substances in it is considered. Characteristic pollutants of a surface water of the river Avacha are phenols, oil, nitritny and ammoniyny nitrogen, heavy metals, organic substance on BPK<sub>5</sub>, cleaners which have an antropogenous origin and come to a waterway from the enterprises of housing and communal services.

The impurity level of river water in alignments higher and lower Yelizovo did not change during 2008–2012 and is characterized as high that causes considerable excess of maximum concentration limit of the polluting substances in waterway.

**Key words:** maximum permissible concentration, the polluting substances, oil products, phenols, heavy metals, cleaners.

Авача – река в юго-восточной части полуострова Камчатка. Река Авача вытекает из озера Авачинского (за начало реки принят исток реки Средней Авачи), впадает в Авачинскую бухту Тихого океана. Длина реки 122 км, площадь водосбора 5090 км<sup>2</sup>, средняя высота бассейна 640 м, общее падение реки 828 м, средний уклон 6,8°.

Река Авача относится к водоемам рыбохозяйственного значения высшей категории и играет важную роль в формировании качества питьевых вод Авачинского водозабора. Поэтому определение экологического состояния вод рассматриваемого водотока имеет важное практическое значение.

Гидрохимические наблюдения в бассейне р. Авача, р. Средняя Авача проводятся в двух створах – 6 км выше и 4,5 км ниже г. Елизово.

В 2012 г. в обоих створах гидрохимических наблюдений р. Авача содержание нефтепродуктов оказалось довольно равномерным, но в нем выделяется по одному для каждого створа большому значению – 16,4 и 17,8 ПДК, выявленному соответственно в зимнюю межень и половодье. Вследствие этого медианные значения получились ниже среднеарифметических почти в 4 раза для фонового участка реки и более чем в два замыкающего и соответствуют медианам 2011 года (рис. 1) [1–5]. Максимальное превышение концентрации нефтепродуктов отмечалась в 2011 году – 49,2 ПДК, минимальное превышение было в 2009 году – 8,6 ПДК. Источником максимального содержания нефтепродуктов является сток с загрязненных нефтяными углеводородами прилегающих территорий во время половодья. Нарушение допустимого уровня загрязнения нефтепродуктами в 2011, 2012 гг. происходило с одинаковой частотой и не превышало 50%.

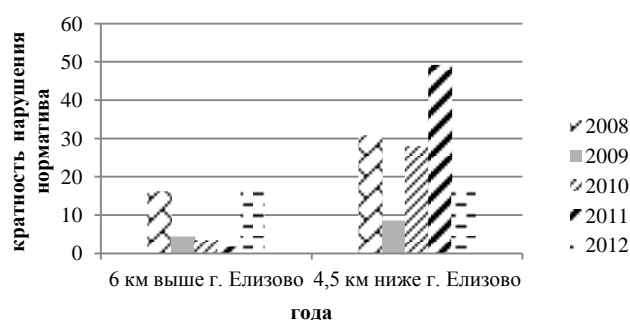


Рис. 1. Превышение предельно допустимых концентраций нефтепродуктов в створах р. Авача

Среднегодовая величина фенолов составляет 2 ПДК при максимуме 8 ПДК в зимнюю межень. Для фонового створа они являются характерными загрязняющими веществами. Фенолы являются самым распространенным загрязняющим веществом водных объектов. Источниками загрязнения рек фенолами являются как естественные процессы – разложение растительных и животных остатков, так и сбросы коммунально-бытовых сточных вод.

Наиболее значительная концентрация фенолов отмечалась в 2009 г. – 12 ПДК. Из-за уменьшения поверхностного стока в 2010–2011 г. произошло снижение количества фенолов, в среднем в два раза по сравнению с предыдущим периодом (рис. 2) [1–5].

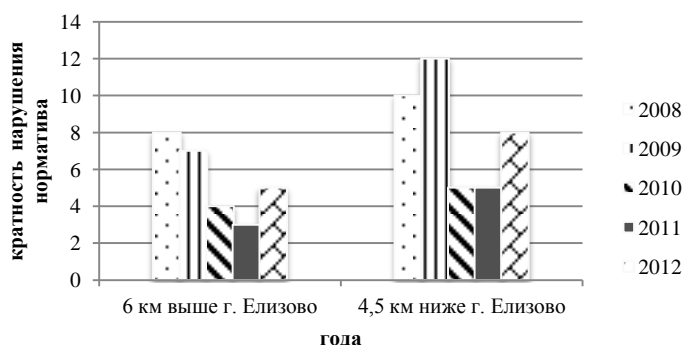


Рис. 2. Превышение предельно допустимых концентраций фенолов в створах р. Авача (2008–2012 гг.)

Важнейший биогенный элемент – азот – присутствует в речной среде в нитратной и в нитритной форме. Содержание нитратного азота свидетельствует о поступлении нитратов в воду рек с полей, на которые вносилось большое количество минеральных удобрений. Максимальное содержание определялось в 2009 г. 0,101 ПДК (0,890 мг/л). За последние три года содержание нитратов снизилось и находится примерно на одном уровне, в 2012 г. концентрация составляла 0,051 ПДК (рис. 3) [1–5].

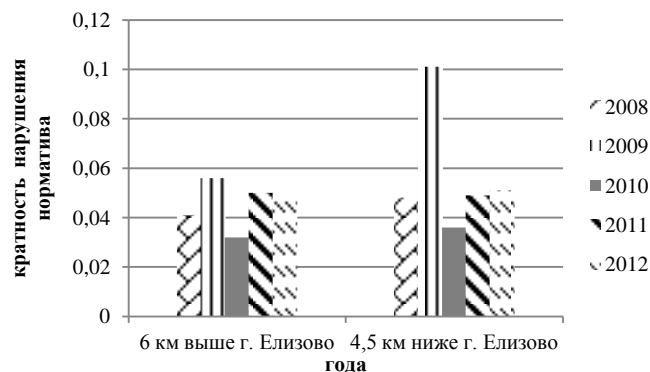


Рис. 3. Превышение предельно допустимой концентрации нитратов в створах р. Авача (2008–2012 гг.)

Нитриты в водные объекты поступают с хозяйственно-бытовыми сточными водами, а также в результате биохимического разложения и минерализации органического вещества. Повышенные концентрации нитритов наблюдаются в зонах скопления органических веществ, которые в результате биохимического процесса минерализации выделяют ионы аммония, окисляющиеся под воздействием нитрификаторов в нитриты, а затем при наличии кислорода – в нитраты.

В 2012 г. в главном водотоке бассейна ниже г. Елизово у правого берега в период ледостава был зарегистрирован случай высокого загрязнения (ВЗ) нитритами – 17,5 ПДК [6].

По результатам анализов остальных проб загрязнение нитритами данного участка реки было небольшим и происходило в основном в половодье (рис. 4) [1–5].

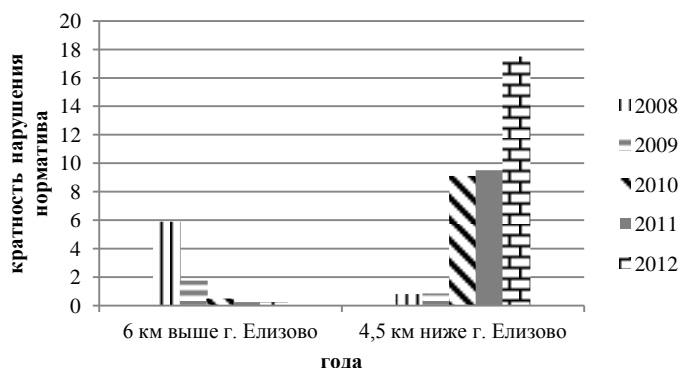


Рис. 4. Превышение предельно допустимой концентрации нитритов в створах р. Авача

В водной среде р. Авача из биогенных элементов присутствует также и азот аммонийный, загрязнение которым в 2012 г. регистрировалось чаще в половодье, а максимум определен в ледостав – 2,18 ПДК. За пятилетний период, минимум составил в 2009 г. 0,2 ПДК, затем в 2010 происходит резкое увеличение до 1,23 ПДК, а в 2012 опять резкий подъем концентрации до 2,18 ПДК. Отсюда следует, что азот аммонийный является характерным загрязняющим веществом вод р. Авача (рис. 5) [1–5].

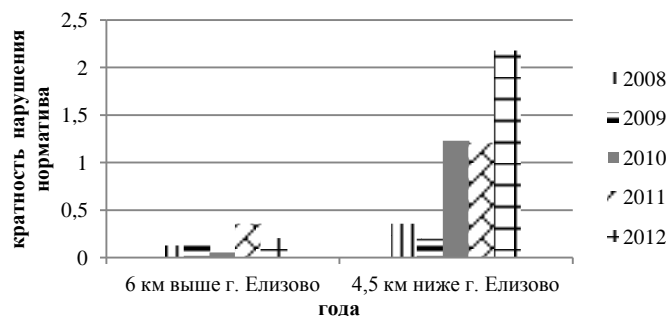


Рис. 5. Превышение предельно допустимой концентрации аммонийного азота в створах р. Авача

Загрязнение водных объектов полуострова тяжелыми металлами является как природным, так и антропогенным. Естественными источниками поступления тяжелых металлов в поверхностные воды полуострова могут являться термальные воды, продукты извержения вулканов, просачивание поверхностных вод через рудные залежи месторождений.

Для одного из главных водотоков бассейна, как и для его притоков, соединения меди и свинца остаются характерными загрязняющими веществами. Их среднегодовые показатели практически не изменены. Максимальные концентрации меди в обоих створах наблюдались в осеннюю межень и соответствовали 8,1 и 5,7 ПДК (рис. 6) [1–5].

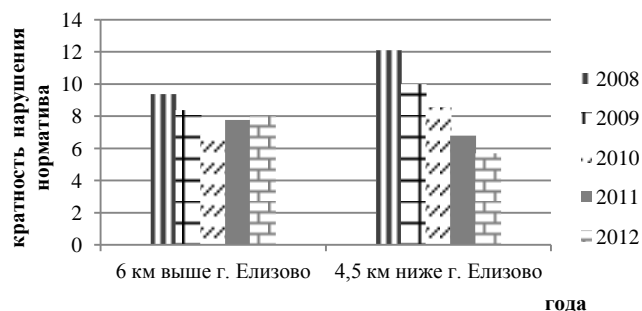


Рис. 6. Превышение предельно допустимой концентрации меди в створах р. Авача (2008–2012 гг.)

Наибольшее превышение концентрации меди зафиксировано в 2008 г. (12,1 ПДК), затем происходит постепенное снижение концентрации, но все же остается характерным загрязняющим веществом, в 2012 г. концентрация составляла 5,7 ПДК.

Максимальные концентрации свинца определялись в ледостав на фоновом участке, в половодье в нижнем створе и были более ПДК (рис. 7) [1–5].

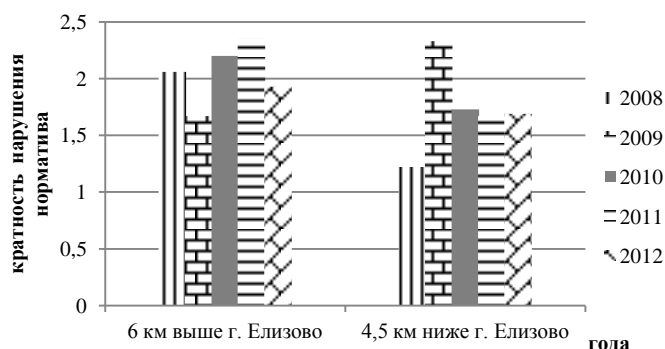


Рис. 7. Превышение предельно допустимой концентрации свинца в створах р. Авача (2008–2012 гг.)

Максимальное превышение концентрации свинца зафиксировано в 2011 г. в створе выше г. Елизово (2,35 ПДК), также высокая концентрация свинца отмечается в нижнем створе г. Елизово, в 2009 г. (2,33 ПДК).

В 2012 г. в р. Авача определены единичные случаи незначительного превышения допустимого критерия соединениями цинка (рис. 8) [1–5].

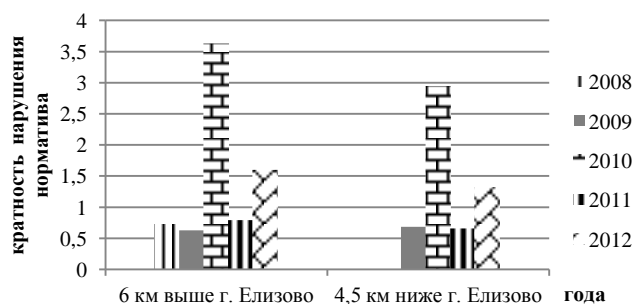


Рис. 8. Превышение предельно допустимой концентрации цинка в створах р. Авача (2008–2012 гг.)

Высокое превышение концентрации цинком отмечено в 2010 г. в обоих створах, в створе выше г. Елизово – 3,63 ПДК, в створе ниже – 2,95 ПДК. В 2011 г. происходит резкое уменьшение концентрации также в обоих створах (0,794 и 0,659 ПДК соответственно), а в 2012 г. концентрация цинка повышается почти в два раза.

Створ наблюдений ниже г. Елизово является единственным на полуострове, для которого в 2012 г. выявлено 9 загрязняющих веществ (в 2011 г. – 8). Кроме упомянутых ингредиентов, к ним относят и органические вещества по БПК<sub>5</sub>, являющийся также характерным загрязняющим веществом (рис. 9) [1–5].

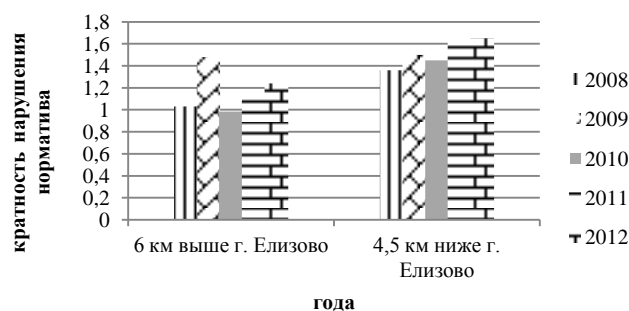


Рис. 9. Превышение предельно допустимой концентрации органического вещества по БПК<sub>5</sub> в створах р. Авача (2008–2012 гг.)

Как видно из рисунка, с 2008 г. происходит ежегодное постепенное увеличение концентрации легкоокисляемого органического вещества по БПК<sub>5</sub>, в 2012 г. максимум составил 1,65 ПДК.

Фосфаты в р. Авача поступают с коммунально-бытовыми сточными водами, а также при гниении растительности. Максимальная концентрация фосфатов определяется в 2012 г. 0,385 ПДК (рис. 10) [1–5].

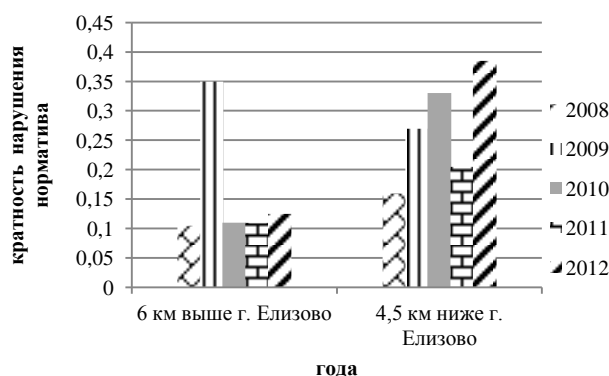


Рис. 10. Превышение предельно допустимой концентрации фосфатов в створах р. Авача (2008–2012 гг.)

Детергенты в воду р. Авача поступают с коммунально-бытовыми стоками от населенных пунктов. Превышение ПДК детергентов незначительное и составляет максимальное содержание в 2009 г. – 0,320 ПДК, а в 2012 г. концентрация детергентов составляет 0,260 ПДК (рис. 11) [1–5].

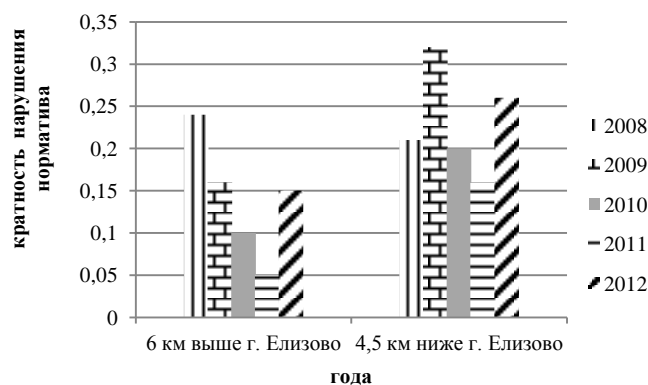


Рис. 11. Превышение предельно допустимой концентрации детергентов в створах р. Авача (2008–2012 гг.)



Таким образом, ухудшение качества воды р. Авача происходит из-за повышенного содержания нефтепродуктов, фенолов, свинца, меди, нитритного и аммонийного азота, легкоокисляемого органического вещества по БПК<sub>5</sub>. Все эти вещества являются характерными загрязнителями для поверхностных вод р. Авача. Величина индекса загрязненности воды в створе, расположенном ниже г. Елизово, составляет 3,38, что позволяет отнести воды р. Авача к классу очень загрязненных. Экологический статус водотока в створе выше г. Елизово можно охарактеризовать как загрязненный, так как величина индекса загрязненности воды составляет 2,51.

### Литература

1. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории деятельности ГУ «Камчатское УГМС» за 2008 год. Часть 1. – Петропавловск-Камчатский, 2009. – 125 с.
2. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории деятельности ГУ «Камчатское УГМС» за 2009 год. Часть 1. – Петропавловск-Камчатский, 2010. – 130 с.
3. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории деятельности ГУ «Камчатское УГМС» за 2010 год. Часть 1. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 131 с.
4. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории деятельности ФГБУ «Камчатское УГМС» за 2011 год. Часть 1. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 132 с.
5. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведенных водоохранных мероприятий по территории деятельности ФГБУ «Камчатское УГМС» за 2012 год. Часть 1. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – 134 с.
6. Обзор гидрохимической сети за 2012 год ФГБУ «Камчатское УГМС». – Петропавловск-Камчатский, 2013. – 51 с.

УДК 597.556.31(265.52)

А.М. Токранов<sup>1</sup>, А.М. Орлов<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683000;

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
Москва, 107140

<sup>3</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,  
Москва, 119071  
e-mail: tok\_50@mail.ru

### РОГАТКОВИДНЫЕ РЫБЫ СЕМЕЙСТВ HEMITRIPTERIDAE И PSYCHROLUTIDAE ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД

Дается обзор рогатковидных рыб семейств Hemitripterae (Волосатковые) и Psychrolutidae (Психролютовые) из прикамчатских вод Берингова, Охотского морей и Тихого океана. Приводятся сведения о пространственно-батиметрическом распределении и особенностях биологии наиболее крупных и обычных в уловах представителей этих рыб (бычка-ворона *Hemitripterus villosus*, мягкого *Malacocottus zonurus* и щетинистого *Dasycottus setiger* бычков), а также оценки их биомассы. Рассматриваются проблемы использования ресурсов волосатковых и психролютовых рыб в настоящее время.

**Ключевые слова:** волосатковые и психролютовые рыбы, распределение, биология, биомасса, прикамчатские воды.

A.M. Tokranov<sup>1</sup>, A.M. Orlov<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;*

<sup>2</sup>*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Moscow, 107140*

<sup>3</sup>*A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS,  
Moscow, 107140  
e-mail: tok\_50@mail.ru*

## SCULPIN FISHES OF HEMITRIPTERIDAE AND PSYCHROLUTIDAE FAMILIES IN THE WATERS OFF KAMCHATKA

Data on the species composition, spatial-bathymetric distribution, size-weight and sexual structure, biomass of sculpin fishes of Hemitripterae and Psychrolutidae families and their role in the demersal fish communities in the waters of Kamchatka are provided. The problems of exploitation of Hemitripterae and Psychrolutidae families fishes resources today are analyzed.

**Key words:** sculpin fishes of Hemitripterae and Psychrolutidae families, distribution, biology, biomasses, waters of Kamchatka.

Волосатковые (Hemitripterae) и психролютовые (Psychrolutidae) – небольшие по количеству видов семейства рогатковидных рыб, тесно примыкающих к семейству Cottidae, представители которых широко распространены в северной части Тихого океана [1–4, и др.]. В шельфовых водах и верхней батии (глубины до 500 м) большинства районов дальневосточных морей отдельные виды этих семейств обладают достаточно высокой численностью и биомассой [5–8, и др.], а потому играют определенную роль в донных ихтиоценозах как хищники или пищевые конкуренты промысловых рыб и могут быть потенциальными объектами промысла [9]. Обобщение имеющейся на сегодняшний день информации [4–14, 16–21, и др.] позволяет получить представление о видовом составе волосатковых и психролютовых рыб, а также пространственно-батиметрическом распределении, особенностях биологии и величине биомассы их наиболее крупных и обычных (или даже многочисленных) видов в прикамчатских водах Берингова, Охотского морей и Тихого океана.

Рассматриваемая акватория разделена нами на 7 статистических районов (1 – северо-западная часть Берингова моря от Берингова пролива до м. Олюторский, 2 – юго-западная часть Берингова моря от м. Олюторский до м. Африка, 3 – прибрежные воды Командорских островов, 4 – прибрежные воды Восточной Камчатки от м. Африка до м. Лопатка, 5 – прибрежные воды северных Курильских островов на юг до пролива Фриза, 6 – прикамчатские воды Охотского моря от м. Лопатка до 54° с. ш., 7 – прикамчатские воды Охотского моря выше 54° с. ш.), соответствующих (за исключением прибрежных вод Командорских островов) существующим рыбохозяйственным зонам. Для оценки обилия отдельных видов использован такой показатель, как частота их встречаемости в исследовательских орудиях лова [4].

На сегодняшний день в прикамчатских водах достоверно зарегистрировано всего 6 видов волосатковых рыб из 4 родов и 8 видов психролютовых из 5 родов [1, 4, и др.]. Максимальное разнообразие представителей первого семейства (6 видов) отмечается в северо-западной части Берингова моря, тогда как минимальное (4 вида) – в восточной части Охотского моря у побережья северо-западной Камчатки (табл. 1) В отличие от волосатковых, значительное разнообразие психролютовых (7 видов) наблюдается в большинстве районов прикамчатских вод – от берегов Командорских островов до прибрежных вод юго-западной Камчатки (районы 3–6). И лишь на севере Охотского и Берингова морей число видов этого семейства несколько сокращается (табл. 1).

Преобладающая часть волосатковых рыб (4 вида или 66,7%) в прикамчатских водах относится к двум – *Blepsias* и *Nautichthys*, а психролютовых (6 видов или 75,0%) к трем родам – *Gilbertidia*, *Malacocottus* и *Psychrolutus* (по 2 вида). Еще по 2 рода каждого из этих семейств представлены одним видом.

**Число видов волосатковых и психролютовых в различных районах прикамчатских вод  
(в скобках указана доля в % от всех зарегистрированных видов демерсальных рыб)**

Показатель	Район*						
	1	2	3	4	5	6	7
Число видов волосатковых рыб	6 (3.1)	5 (2.7)	5 (3.0)	5 (2.3)	5 (1.8)	5 (2.7)	4 (2.3)
Число видов психролютовых рыб	5 (2.6)	6 (3.3)	7 (4.2)	7 (3.2)	7 (2.5)	7 (3.8)	6 (3.5)
Общее число видов – 388	196	184	165	217	284	185	171

Примечание. \*Номера районов приведены в тексте.

Оценка степени обилия различных волосатковых и психролютовых рыб свидетельствует, что половина из них (соответственно 3 вида первого семейства и 4 второго) в прикамчатских водах относятся к категории «обычных», частота встречаемости которых в уловах варьирует от 10 до 50% (причем такие виды как бычок-ворон *Hemitripterus villosus* и щетинистый *Dasycottus setiger* бычок характеризуются крупными размерами). Еще по 3 вида (соответственно 50,0 и 37,5%) считаются «редкими» (частота встречаемости менее 10%), и лишь один представитель психролютовых – мягкий бычок *Malacocottus zonurus* – «массовым», частота встречаемости которого в уловах повсеместно превышает 50%.

Бычок-ворон, мягкий и щетинистый бычки являются широкобореальными тихоокеанскими видами, которые широко распространены в северной части Тихого океана. Первый из них встречается от Жёлтого моря и океанской стороны о. Хоккайдо до залива Аляска у о. Кадьяк, включая акватории Японского, Охотского и Берингова морей [1–3, и др.]. В прикамчатских водах наибольшей численности он достигает у тихоокеанского побережья северных Курильских островов и в северо-восточной части Охотского моря, где его биомасса составляет около 0,2% от общей биомассы рыб на западно-камчатском шельфе [7, 10, и др.]. Область географического распространения мягкого и щетинистого бычков еще более широка. По азиатскому побережью Тихого океана они довольно обычны или многочисленны от берегов Кореи и тихоокеанских вод о. Хонсю на север до Берингова моря (за исключением северной прибрежной части Охотского моря), а по американскому – на юг до штата Вашингтон [1–3, и др.]. Однако наибольшая численность и биомасса первого из них в рассматриваемом регионе отмечается в тихоокеанских водах северных Курильских островов [5, 6, 11, и др.], а второго – у побережья Западной Камчатки [7, 10].

Бычок-ворон входит в состав сублиторального ихтиоценоза [2–4], представители которого обитают преимущественно в шельфовых водах на глубинах до 100 м, хотя общий батиметрический диапазон встречаемости этого вида волосатковых значительно шире (табл. 2). В отличие от него мягкий и щетинистый бычки являются мезобентальными видами [2–4], основная область обитания которых – верхняя зона материкового склона до 1000 м (правда, отдельные уловы первого из них зарегистрированы на значительно больших глубинах). Для каждого из данных представителей психролютовых характерен вполне определенный интервал предпочитаемых глубин, где в течение года отмечаются наибольшие концентрации этих рыб (табл. 2).

Таблица 2

**Размерно-весовые показатели и глубина обитания массовых  
и некоторых обычных видов волосатковых и психролютовых рыб  
в прикамчатских водах**

Показатель	Бычок-ворон	Мягкий бычок	Щетинистый бычок
Длина, см*	75/31–50	35/10–20	46/14–26
Масса тела, кг*	11.8/0.5–3.0	1.2/0.1–0.6	1.6/0.1–0.4
Глубина обитания, м**	0–550	27–1980	15–850
	10–100	100–500	100–300

Примечание. \*до черты – максимальное значение показателя, после черты – его модальные значения; \*\*над чертой – наблюдаемая, под чертой – предпочитаемая.

Рассматриваемые виды – одни из наиболее крупных представителей волосатковых и психролютовых рыб [2, 12, 13]. Длина бычка-ворона достигает 75 см, а масса тела – почти 12 кг. Хотя мягкий и щетинистый бычки значительно мельче его, максимальные размеры первого из них

составляют 35 см и 1,2 кг, второго – соответственно 46 см и 1,6 кг (табл. 2). Все три эти вида относятся к рыбам со средней продолжительностью жизни (до 15 лет), основу популяции (свыше 70–80%) которых формируют особи не менее четырех-пяти возрастных групп [9, 12, 13].

Исследуемые виды волосатковых и психролютовых рыб характеризуются единовременным нерестом, о чем свидетельствует наличие в яичниках их зрелых самок одной порции ооцитов старшей генерации и ооцитов резервного фонда [9, 14]. Нерест обладающего сравнительно невысокой плодовитостью (от 4,2 до 23,2, в среднем – 10,6 тыс. икринок диаметром 4–5 мм) бычка-ворона у берегов Камчатки происходит в сентябре в верхних горизонтах сублиторали (глубины менее 15–20 м) в пределах максимально прогретых прибрежных вод (придонные температуры – 8–12°C) на каменисто-галечных грунтах. Отличительной особенностью отложенной в узкие расщелины и совершенно не охраняемой крупной икры этого вида волосатковых является необычайно высокая механическая прочность ее оболочек, превышающая таковую даже у литофильных рыб, закапывающих икру в грунт [15]. По-видимому, это обеспечивает достаточно надежную защиту от хищников отложенных открыто между камней и в расщелинах скал кладок, в которых отдельные икринки прочно соединены между собой. Сведения о размножении мягкого и щетинистого бычка в литературе отсутствуют. На основании имеющихся в нашем распоряжении данных о степени развития яичников их самок в летне-осенние месяцы, можно предполагать, что нерест этих видов психролютовых рыб в прикамчатских водах, по-видимому, происходит в зимний или зимне-весенний период. Плодовитость мягкого бычка размером 23–28 см варьирует от 5 до 11 тыс. икринок.

Согласно имеющимся данным [16, 17], по типу питания бычок-ворон - облигатный хищник-ихтиофаг, основной пищей которому в прикамчатских водах уже со второго года жизни при достижении длины 16–18 см служат различные рыбы – преимущественно минтай *Theragra chalcogramma*, тихоокеанская песчанка *Ammodytes hexapterus*, мойва *Mallotus villosus catervarius*, камбалы и стихеевые (единично они встречаются даже в желудках молоди до 10 см, потребляющей, главным образом, мизид и креветок). В отличие от бычка-ворона мягкий бычок является бентофагом с широким пищевым спектром или эврифагом, а щетинистый – бентоихтиофагом или даже нектобентоихтиофагом [12, 17]. Состав пищи первого из них очень разнообразен, но в Охотском море у юго-западной Камчатки его особи длиной более 20 см питаются, главным образом, многощетинковыми червями, бокоплавами, двустворчатыми моллюсками и мелкими асцидиями [17]. В тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки основными кормовыми организмами мягкому бычку (свыше 76% по массе) служат четыре группы бентоса – Polychaeta, Amphipoda, Gastropoda и Otopoda (представители двух первых преобладают в пище мелких, а двух остальных – в рационе крупных особей). Рыбы являются лишь случайными пищевыми объектами мягкого бычка, который потребляет исключительно их молодь (чаще всего, сем. Cottidae, Liparidae и Stichaeidae) размером не более 30–40 мм [12]. Спектр питания щетинистого бычка значительно уже, чем мягкого. Его основу (более 90% по массе) у северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки формируют десятиногие ракообразные (главным образом, молодь краба-стригуна *Chionoecetes opilio* и креветки родов *Pandalus* и *Eualus*), осьминоги рода *Octopus* и рыбы [12, 17]. Последние представлены, преимущественно, молодь и мелкими видами сем. Cottidae, Liparidae и Agonidae размером 7–20 см, а в осенне-зимний период – еще и сеголетками минтая длиной 11–14 см.

По данным учетных траловых съемок, выполненных в прикамчатских водах в 1980–2000-х гг., биомасса бычка-ворона на западно-камчатском шельфе составляет 4-5, в тихоокеанских водах северных Курильских островов и Восточной Камчатки – 2 (по 96% из них приходится на Западно-Камчатскую подзону и Северокурильскую зону) и в западной части Берингова моря – также около 2 тыс. тонн [7, 10, 18–21]. Суммарная величина биомассы мягкого и щетинистого бычков в северо-восточной части Охотского моря оценивается в 8 [7], в тихоокеанских водах северных Курильских островов и Восточной Камчатки – в 8–10 (около 93% в Северокурильской зоне) [5, 6, 18], а в западной части Берингова моря – не менее чем в 1,5 тыс. тонн [19–21]. Однако, несмотря на относительно высокую численность, заметную долю в уловах и достаточно крупные размеры, в настоящее время рассматриваемые виды волосатковых и психролютовых рыб нигде в дальневосточных морях отечественным промыслом не используются. Поэтому сегодня их, вряд ли, можно рассматривать даже как потенциальные промысловые объекты рыболовства, хотя в Японии бычок-ворон добывается различными сет-

ными орудиями лова, а его мясо идет в пищу и для приготовления рыбных соусов [22]. Не исключено, что в будущем этот вид волосатковых станет востребованным как пищевой объект и в российских водах, а психролотовые рыбы (особенно мягкий бычок) могут найти применение в качестве сырья для получения биологически активных веществ или ферментов, поскольку биопроектированию в последние годы во всем мире уделяется большое внимание. Особенно перспективными признаются разработки из глубоководных объектов.

### Литература

1. *Борец Л.А.* Аннотированный список рыб дальневосточных морей. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2000. – 192 с.
2. *Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С.* Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. – Владивосток: Русский Остров, 2014. – 336 с.
3. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря: Моногр. / В.В. Федоров, И.А. Черешнев, М.В. Назаркин, А.В. Шестаков, В.В. Волобуев. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 204 с.
4. *Шейко Б.А., Федоров В.В.* Класс Cephalaspidomorpha – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holocerphali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2000. – С. 7–69.
5. *Орлов А.М.* Количественное распределение демерсального нектона тихоокеанских вод северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки. – М.: Изд-во ВНИРО, 2010. – 335 с.
6. *Токранов А.М., Орлов А.М.* Распределение и биомасса мягкого бычка *Malacocottus zonurus* в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов // Проблемы охраны и рац. использ. биоресурсов Камчатки: Тез. докл. II обл. науч.-практич. конф. (Петропавловск-Камчатский, 3-6 октября 2000 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатрыбвод, 2000. – С. 97–98.
7. *Четвергов А.В., Архандеев М.В., Ильинский Е.Н.* Состав, распределение и состояние запасов донных рыб у Западной Камчатки в 2000 г. // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор. Книжн. изд-во, 2003. – Вып. IV. – С. 227–256.
8. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря: Моногр. / И.А. Черешнев, В.В. Волобуев, И.Е. Хованский, А.В. Шестаков. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 197 с.
9. *Токранов А.М.* Особенности биологии донных и придонных рыб различных семейств в прикамчатских водах: Дис. в виде науч. докл. ... д-ра биол. наук. – Владивосток: ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, 2009. – 83 с.
10. *Герентьев Д.А., Михалютин Е.А., Матвеев А.А.* Современное состояние запасов, многолетняя динамика распределения и размерной структуры массовых промысловых видов рыб на шельфе западного побережья Камчатки в летний период // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2013. – Вып. 30. – С. 5–27.
11. *Токранов А.М., Орлов А.М.* Некоторые биологические особенности психролотовых рыб (Psychrolutidae) тихоокеанских вод юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов. Сообщение 1. Пространственно-батиметрическое распределение // Вопр. ихтиол. – 2001. – Т. 41. – № 4. – С. 481–489.
12. *Токранов А.М., Орлов А.М.* Некоторые биологические особенности психролотовых рыб (Psychrolutidae) тихоокеанских вод юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов. Сообщение 2. Размерно-возрастной, половой состав и питание // Вопр. ихтиол. – 2001. – Т. 41. – № 5. – С. 605–614.
13. *Токранов А.М., Орлов А.М.* Некоторые черты биологии бычка-ворона *Hemitripteris villosus* (Hemitripteridae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Вопр. ихтиол. – 2006. – Т. 46, № 6. – С. 781–790.
14. *Токранов А.М.* О размножении тихоокеанской волосатки *Hemitripteris villosus* (Pallas) (Hemitripteridae, Pisces) в прибрежных водах Камчатки // Бюл. МОИП. – Отд. биол. – 1994. – Т. 99. – Вып. 1. – С. 28–34.
15. *Гомелюк В.Е., Маркевич А.И.* О прочности оболочек икры волосатой рогатки *Hemitripteris villosus* (Pallas) (Cottidae) // Вопр. ихтиологии. – 1985. – Т. 25. – Вып. 4. – С. 690–691.

16. Токранов А.М. Особенности питания донных хищных рыб на западно-камчатском шельфе // *Вопр. ихтиол.* – 1992. – Т. 32. – Вып. 2. – С. 119–128.
17. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 484 с.
18. Токранов А.М. Видовой состав и биомасса рогатковых (Pisces: Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // *Бюл. МОИП. – Отд. биол.* – 1988. – Т. 93. – Вып. 4. – С. 61–69.
19. Балыкин П.А. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 143 с.
20. Золотов А.О., Балыкин П.А. Многолетние изменения в ихтиоценах юго-западной части Берингова моря // *Современное состояние экосистемы западной части Берингова моря.* – Ростов/н/Д.: Изд-во Южн. Науч. центра РАН, 2010. – С. 241–256.
21. Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 366 с.
22. Рыбы Приморья: Моногр. / Н.П. Новиков, А.С. Соколовский, Т.Г. Соколовская, Ю.М. Яковлев. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – 552 с.

УДК 597.211(285:571.66)

**О.В. Хусайнова<sup>1</sup>, В.И. Карпенко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Центр гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае,  
Петропавловск-Камчатский;*

<sup>2</sup>*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский  
e-mail: Khusainovaolya@mail.ru  
e-mail: Karpenko\_vi@kamchatgtu.ru*

#### **МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНОГ ОЗЕРА АЗАБАЧЬЕ (КАМЧАТКА)**

В статье приведена морфологическая характеристика миног озера Азабачье. Произведен сравнительный анализ по ряду видовых признаков, в частности по размерно-весовому составу и морфометрическим признакам.

**Ключевые слова:** минога, зубная формула, миомер, длина и масса тела, морфометрическая характеристика.

**O.V. Khusainova<sup>1</sup>, V.I. Karpenko<sup>2</sup>**

*Centre of Hygiene and Epidemiology in Kamchatka,  
Petropavlovsk-Kamchatsky;*

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

#### **MORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF LAMPREYS IN THE LAKE AZABACHE (KAMCHATKA)**

The morphological characteristics of lampreys of the lake Azabache was presented in the article. The comparative analysis on a number of specific signs, including dimensional weight structure and morphometric signs was made.

**Key words:** lamprey, tooth formula, myomer, body length and weight, morphometric characteristics.

Миноги – это представители класса Круглоротых, предки которых возникли в водоемах нашей планеты гораздо раньше рыб. Литературные сведения о распространении, биологии и экологии миног п-ва Камчатки до недавнего времени имели фрагментарный характер. Тщательное изучение систематики и экологии миног произвел А.В. Кучерявый на р. Ухтолок (Западная Камчатка) (2008) [1]. В настоящей работе приведена морфологическая характеристика миног оз. Азабачьего (Восточная Камчатка).

Целью данной работы является сравнение размерно-вещного состава и морфологических признаков миног оз. Азабачьего в 2012 и 2014 гг.

Материалы для настоящей работы были собраны в бассейне оз. Азабачьего. Миног выловили в Дьяконовском ручье сачком во время их нереста 12 июля 2012 г. – 37 особей, и 04,07 и 08 июля 2014 г. – 145 особей. Для камеральной обработки в лаборатории миног фиксировали 4% формалином, пробы до анализа хранили в темном прохладном месте.

Измерения пластических признаков миног проведено по схеме И.Ф. Правдина [2] (рис. 1).

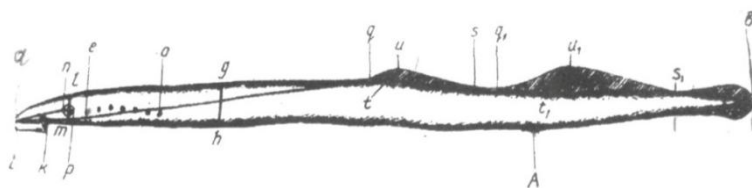


Рис. 1. Измерение миноговых (Petrymyzontidae):

*ab* – вся длина; *gh* – наибольшая высота тела; *lm* – высота головы; *ae* – расстояние от конца рыла до первого жаберного отверстия; *ap* – длина рыла; *pr* – диаметр глаза (горизонтальный); *pe* – промежуток между глазом и жаберным аппаратом; *ik* – диаметр ротового диска; *ao* – длина головы с жаберным аппаратом; *aq* – антедорсальное расстояние; *aA* – расстояние от конца рыла до ануса; *sq<sub>1</sub>* – промежуток между I D и II D; *qs* – длина основания I D; *tu* – наибольшая высота I D; *q<sub>1</sub>s<sub>1</sub>* – длина основания II D; *t<sub>1</sub>u<sub>1</sub>* – наибольшая высота II D; *s<sub>1</sub>b* – длина спинной части C; *Ab* – расстояние от ануса до конца C

Число миомеров определяли от вертикали, проведенной через последнее жаберное отверстие, до вертикали анального отверстия.

Зубные формулы просчитаны по схеме В.Д. Лебедева с соавторами [3].

Расчеты и построение графиков выполняли на компьютере с использованием программы Microsoft Excel 2007. Схемы и фотографии в программах Adobe Photoshop CS, Paint 6.1.

Основная часть материалов, собранных в 2012 г., была опубликована ранее [4].

Авторы выражают благодарность сотрудникам биостанции «Радуга» (в частности В.А. Паренскому), также И.Н. Белоусовой, А.А. Бонку, А.В. Кучерявому и М.А. Юдаеву за помощь в сборе проб.

Исследованные миноги имели червеобразное, голое тело, круглый рот в виде присоски. Парные плавники отсутствовали, имелись два спинных плавника и хвостовой. Впереди глаз располагалось одно непарное носовое отверстие, а по бокам тела, за головой имелось по семь жаберных отверстий.

Морфологические признаки ротовой воронки были следующие: внутренних боковых зубов – по 3 двураздельных зуба с каждой стороны (рис.2). У особей в 2012 г. нижнечелюстная пластинка была представлена в основном  $1^2+4-5+1^2$  зубами, т.е. крайние зубы были двураздельные, а средних одновершинных имелось 4–5. У некоторых особей иногда встречалась иная зубная формула –  $1+4-5+1$ . У некоторых из них редко было 6 очень маленьких средних одновершинных, а у одной особи – трудноразличимых 7 зубов. У миног в 2014 г. нижнечелюстная пластинка была представлена в основном зубной формулой  $1^2+4-6+1^2$ , но иногда встречалась иная зубная формула –  $1^2+7+1^2$  и  $1^2+8+1^2$ . Верхнечелюстная пластинка имела по краям по одному зубу. У одной особи в 2012 г. первый зуб был двураздельным, а у другой особи между зубами имелся маленький третий зуб. В 2014 г. у трех особей между зубами имелись еще 2 маленьких зуба. Нижнегубные зубы были представлены в

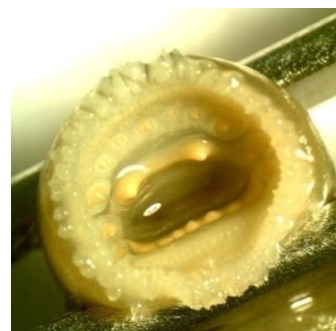


Рис. 2. Ротовая воронка миноги оз. Азабачье

виде узкой полоски из одного ряда мелких зубов, у особей 2014 г. их количество варьировало от 17 до 27, причем они очень мелкие. Верхние губные зубы имели радиальное расположение и уменьшались от центра к периферии.

Челюстные пластинки и зубы у миног имели светлую окраску, но под действием фиксатора темнели и обретали темно-желтый цвет.

Обычно зубы миног острые, но к моменту нереста они становятся тупыми [3]. Из 145 особей, выловленных в 2014 г., по меньшей мере, у 16 особей зубы были острыми.

У исследуемых особей миног в 2012 г. число туловищных миомеров колебалось от 66 до 74, а у особей 2014 г. – в пределах 58–75.

Анализ имеющихся данных показал, что у миног в Дьяконовском ручье в 2012 г. их длина тела варьировала от 14,7 до 17,2 см, средняя – 15,6 см. Модальную группу составляли особи длиной 16 см. Масса тела изменялась от 3,8 до 8,5 г, средняя – 6,3 г. Модальными группами являлись особи с массой тела 5, 6 и 8 г.

В 2014 г. длина тела варьировала от 13,2 до 19 см, средняя – 15,7 см. Модальной группой являлись особи длиной 16 см. Масса тела варьировала от 3,2 до 12,5 г, средняя – 6,9 г. Модальными группами являлись особи, масса тела которых составляла 6 и 7 г.

Анализ полученных результатов показал, что самые крупные и мелкие миноги были пойманы в 2014 г. Средние значения длины и массы тела в 2012 и 2014 гг. различались незначительно (таблица 1).

Таблица 1

Размерно-весовой состав миног

Признак	Дьяконовский ручей 2012 г. (n = 37)		Дьяконовский ручей 2014 г. (n = 145)	
	lim	среднее	lim	среднее
Длина, см	14,7–17,2	15,6	13,2–19	15,7
Масса тела, г	3,8–8,5	6,3	3,2–12,5	6,9

На основе результатов морфометрических измерений тела установлено, что морфометрические характеристики миног в 2012 и 2014 гг. не имели существенных различий, за исключение некоторых. Так, максимальное значение высоты тела (gh) в 2014 г. намного превосходило такое в 2012 г., так же как и высота головы. Минимальное значение длины спинной части (s<sub>1</sub>b) в 2014 г. также значительно больше, чем в 2012 г. Среднее значение диаметра глаза (np) и промежутка между глазом и жаберным аппаратом (pl) в 2012 г. было больше, чем в 2014 г. (таблица 2).

Таблица 2

Морфометрическая характеристика миног

Признак	Дьяконовский ручей, 2012 г. (n = 37)		Дьяконовский ручей, 2014 г. (n = 145)	
	lim	среднее	lim	среднее
ab, см	14,71–17,2	15,6	13,2–19	15,7
ae, см	1,50–2,10	1,84	1,50–2,70	1,9
В % длины тела (ab)				
gh	4,73–6,75	5,76	5,03–12,42	6,0
aq	46,43–53,55	50,5	45,76–54,27	50,5
aA	69,46–76,60	72,9	67,80–77,93	72,8
qs	10,76–14,37	12,5	9,93–15,92	12,8
tu	1,50–2,70	2,17	1,32–3,77	2,3
q <sub>1</sub> s <sub>1</sub>	18,75–23,35	21,1	20,0–26,25	23,7
t <sub>1</sub> u <sub>1</sub>	4,09–5,65	4,72	3,23–6,54	4,8
s <sub>1</sub> b	4,78–12,42	10,7	9,15–15,06	11,4
Ab	24,84–31,03	27,6	25,52–31,37	28,0
ao	20,00–23,53	21,6	19,28–24,36	22,0
В % длины головы (ae)				
lm	38,10–52,94	45,8	33,33–95,24	47,1
an	52,38–65,79	60,5	37,04–69,05	62,0
np	10,00–17,65	13,6	7,41–16,67	11,2
pe	19,44–26,32	22,5	14,81–26,32	20,8
ik	38,10–52,63	46,2	29,63–56,25	46,1



В 2014 г. было выловлено 37 самцов и 108 самок, а в 2012 г. пойманы только 37 самок. По мнению ряда авторов [5; 6], к периоду икротетания у самок миног появляется анальный плавник, а у самцов урогенитальная папилла. Все выловленные миноги соответствовали этому описанию (рис. 7, рис. 8).



Рис. 7. Самка миноги



Рис. 8. Самец миноги

Средняя длина тела самок в 2012 г. была равна 15,6 см, такой же средний размер имели самки в 2014 г. Средняя масса тела особей в 2012 г. была равна 6,3 г, а в 2014 г. – 6,9 г. Самцы были крупнее и имели среднюю длину тела 15,7 см и массу тела – 7,1 г.

При проведении морфометрического анализа получены следующие данные для самцов и самок миног (таблица 3).

Таблица 3

**Морфометрическая характеристика самок и самцов**

Признак	Дьяконовский ручей, 2014 г. (n=145) *	Дьяконовский ручей, 2012 г. (n=37) **
	М (среднее значение)	М (среднее значение)
ab, см	15,6 / 15,74	15,6
ae, см	1,87 / 2,05	1,84
В % длины тела (ab)		
gh	6,08 / 5,95	5,76
aq	50,77 / 49,56	50,5
aA	73,34 / 71,21	72,9
qs	12,52 / 13,59	12,5
tu	2,12 / 3,01	2,17
q1s1	23,80 / 23,35	21,1
t1u1	4,59 / 5,30	4,72
s1b	11,04 / 12,42	10,7
Ab	27,67 / 29,0	27,6
ao	21,80 / 22,72	21,6
В % длины головы (ae)		
lm	47,89 / 44,98	45,8
an	61,15 / 64,46	60,5
np	11,43 / 10,62	13,6
pe	21,18 / 19,51	22,5
ik	46,09 / 46,14	46,2

Примечание. \* В числителе – самки, в знаменателе – самцы. \*\* Самки

Антедорзальное расстояние ( $aq$ ), расстояние от конца рыла до ануса ( $aA$ ) у самцов были меньше, чем у самок. Длина первого спинного плавника ( $qs$ ), наибольшая высота первого плавника ( $tu$ ), расстояние от ануса до конца хвоста –  $C$  ( $Ab$ ), длина головы с жаберным аппаратом ( $ao$ ), длина рыла ( $an$ ) у самцов также значительно больше, чем у самок. Длина второго плавника ( $q_1s_1$ ), длина спинной части ( $s_1b$ ), диаметр глаза ( $np$ ), промежуток между глазом и жаберным аппаратом ( $pl$ ) у миног в 2012 г. были намного меньше, чем у миног в 2014 г. Высота головы самок в 2014 г. значительно превосходили такую у самцов миног в 2012 г. (таблица 3).

По внешнему виду самцы и самки имели следующие различия. Так, самцы были слегка синеватого оттенка, у них ровные, высокие спинные плавники, четко разделенные между собой. Самки имели коричневый цвет. Их первый спинной плавник обычно маленький, и он через небольшую перепонку плавно переходит во второй плавник.

Анализ полученных результатов показал, что наиболее крупные и мелкие миноги были пойманы в 2014 г. Видовые признаки, такие как зубные формулы и количество миомеров, а также морфометрические характеристики не имели существенных различий, за исключением некоторых признаков. Самки в 2012 и 2014 гг. были сходны по морфологическим признакам, но от самцов они отличались.

### Литература

1. Кучерявый А.В. Внутривидовая структура тихоокеанской миноги *Lethenteron camtschaticum* и ее формирование в реках Западной Камчатки: на примере р. Утхолок: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10 / Кучерявый Александр Васильевич. – М. – 2008. – 191 с.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
3. Лебедев В.Д., Спановская В.Д., Савваитова К.А., Соколов Л.И., Цепкин Е.А. Рыбы СССР. – М.: Мысль, 1969. – С. 26 – 37.
4. Карпенко В.И., Хусаинова О.В., Косицина А.И. О видовом составе миног в озере Азабачье (Камчатка). // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2013. – Вып. 25. – С. 41–50
5. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.-Л.: АН СССР. – Т. 1. – 1948. – 466 с.
6. Кучерявый А.В., Савваитова К.А., Груздева М.А., Павлов Д.С. Половой диморфизм и некоторые особенности нерестового поведения тихоокеанской миноги *Lethenteron camtschaticum*. // Вопр. ихтиол. – 2007. – Т. 47, № 4. – С. 462–466.

УДК 597.541(265.54)

Л.А. Черноиванова

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
Владивосток, 690091  
e-mail: chlas27@yandex.ru

### К МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ОБРАТНЫХ РАСЧИСЛЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ СЕЛЬДИ *CLUPEA PALLASII* VAL. ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Рассчитаны поправочные коэффициенты для ретроспективных вычислений темпа роста по чешуе сельди зал. Петра Великого с учетом длительности жизненного цикла поколений.

**Ключевые слова:** сельдь, рост чешуи, поправочные коэффициенты.

L.A. Chernoiwanova

Pacific Research Fisheries Center  
Vladivostok, 690091  
e-mail: chlas27@yandex.ru

TO THE METHOD OF BACK CALCULATION OF LENGTH  
OF HERRING *CLUPEA PALLASII* VAL. IN PETER THE GREAT BAY  
(THE JAPAN SEA)

Correction coefficients were computed for retrospective calculation of growth rates by herring scales of Peter the Great Bay taking into account the duration of the life cycle of generations.

**Key words:** herring, growth of scales, correction coefficients.

Известно, что уменьшение расчисленной длины рыб по сравнению с эмпирической («эффект Р. Ли»), с одной стороны, является следствием особенностей выживания особей в течение жизненного цикла, а с другой – зависит от характера возрастного роста чешуи [1–3].

Чешуя сельдевых Clupeidae (Clupeiformes) из общего для костистых рыб эласмоидного типа выделяется в отдельный разряд клюпеоидной чешуи, благодаря ее своеобразному строению: склериты, или стрии, расположены на ней под углом к краю, рост происходит неравномерным подслаиванием новых фибриллярных пластинок, слои которых идут не параллельно, а под углом к друг другу, благодаря чему образуются гребни годовых меток и формируется сводчатая форма чешуи [4, 5].

Анохина [6] отмечает, что характерным признаком роста чешуи сельдевых является преимущественное увеличение передней части чешуйной пластинки в онтогенезе, приводящее к смещению видимого центра чешуи на втором и последующих годах жизни и уменьшению длины рыб при обратных расчислениях, особенно заметное для вычисленных размеров годовиков. На этом основании вышеупомянутым автором для онежской сельди *Clupea harengus maris-albi* Berg был предложен метод расчета поправочных коэффициентов при расчислении роста годовиков [6]. Для тихоокеанского вида *Clupea pallasii* Val. Науменко [7] также рассчитал поправочные коэффициенты к обратным расчислениям длины годовиков и установил зависимость между полученными коэффициентами и возрастом рыб для вычисления размеров сельди всех возрастов по чешуе более старших рыб в популяции восточноберинговоморской сельди.

При общей для сельдей тенденции увеличения относительной скорости роста переднего радиуса чешуи в онтогенезе отличительными чертами каждой конкретной популяции являются соотношения переднего и заднего радиусов чешуи, переднего радиуса чешуи и длины тела рыб, а также их возрастные изменения. В связи с этим цель данного исследования состоит в определении перечисленных параметров и нахождении поправочных коэффициентов для проведения обратных расчислений линейных размеров по чешуе в популяции сельди зал. Петра Великого.

**Материал и методика.** Материалом послужили выполненные в весеннее время биологические анализы и сборы чешуи сельди зал. Петра Великого за период 1996–2014 гг. Возраст определен по чешуе согласно общепринятым методикам [8]. Промеры чешуи проводились под биноклем МБС-9 при помощи окуляр-микрометра. У 6931 особей при определении возраста на чешуе измерены расстояния от центра до годовых колец; из общего количества у 2158 рыб промерены общая длина передне-заднего диаметра ( $l$ ) и длина переднего радиуса ( $l_p$ ) чешуи (табл. 1, 2). Математическую обработку данных проводили методами описательной статистики и регрессионного анализа при помощи пакета прикладных программ «Microsoft Excel». Методика вычисления поправочных коэффициентов подробно изложена в работах Анохиной [6] и Науменко [7].

**Результаты и обсуждение.** Размерно-возрастная структура в популяции сельди зал. Петра Великого за время наблюдений с 1920-х гг. до настоящего времени в различные климатические периоды отличалась. Так, в первой половине 1920-х гг., в середине 1970-х гг., в 1980-х гг. и почти до конца 1990-х гг. нерестовую часть популяции в основном составляли старшевозрастные группы, максимальный возраст достигал 13 лет. В первой половине 1950-х гг. и в 2001–2014 гг. в уловах преобладали рыбы в возрасте два и три года, максимальный возраст составлял 7 лет, причем шести-семилетки в разные годы либо отсутствовали либо встречались в небольших количествах [9]. Соответственно скорость роста различна у особей с укороченным (7 лет) или с более длительным (13 лет) жизненным циклом [10].

В связи с этим в настоящей работе учитывались непосредственные измерения длины особей на протяжении всей жизни долгоживущих генераций и генераций с укороченным жизненным циклом (табл. 1). Поправочные коэффициенты для обратных расчислений длины рыб вычислялись дифференцировано для этих двух категорий поколений.

Таблица 1

Средняя длина (АС, см) сельди зал. Петра Великого по возрастным группам

Возраст, годы	Период 2001–2014 гг.			Период 1996–2000 гг.		
	N, экз.	Длина АС, см	Прирост см/год	N, экз.	Длина АС, см	Прирост см/год
1	132	14,7	14,7	27	17,7	17,7
2	1255	22,7	8,0	147	24,6	6,9
3	1544	25,9	3,2	451	27,8	3,2
4	504	28,4	2,5	166	30,5	2,7
5	135	30,6	2,2	481	32,6	2,1
6	59	31,4	0,8	764	34,7	2,1
7	85	31,5	0,1	712	35,8	1,1
8				298	36,6	0,8
9				95	37,1	0,5
10				44	37,2	0,1
11				27	37,4	0,2
12				5	37,6	0,2

Ретроспективное расчисление длины рыб проводится по годовым кольцам на чешуе на основании широко известного «метода Э. Леа», подразумевающим линейную зависимость между длиной рыб и размерами чешуи, фактическое же соотношение этих переменных аппроксимируется кривой, близкой к параболе [2, 3]. Эмпирические данные, характеризующие связь между размерами рыб и величиной переднего радиуса чешуи у сельди зал. Петра Великого, удовлетворительно описываются логарифмическим уравнением, представленным на рис. 1. Наблюдаемая зависимость является отражением особенностей роста самой чешуи и, наряду с такими известными биологическими причинами как ускоренная элиминация особей с быстрым созреванием и высоким темпом роста в одном поколении, может усиливать так называемый эффект Р. Ли.

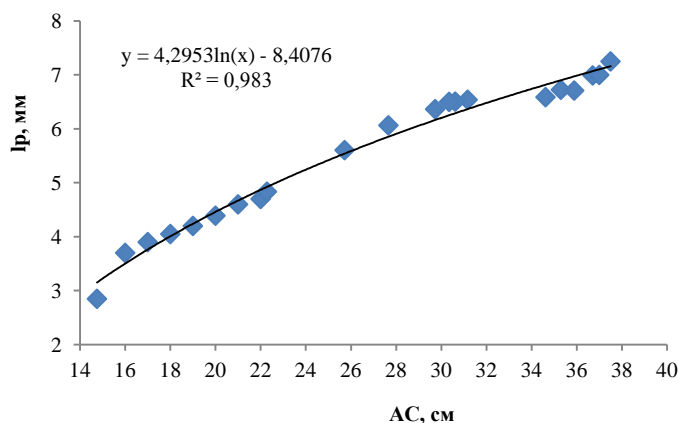


Рис. 1. Соотношение длины тела (АС, см) и переднего радиуса чешуи (Iр, мм) сельди зал. Петра Великого по фактическим измерениям

Соотношение переднего радиуса и всей длины чешуи у годовиков сельди зал. Петра Великого по нашим данным составляет 66,2% для поколений с коротким жизненным циклом и 67,2% для долгоживущих поколений с более высоким темпом роста на первом году жизни, и на таком расстоянии от края чешуи находится ее действительный центр при закладке очередного годового кольца. По фактическим измерениям с возрастом относительная длина переднего радиуса чешуи увеличивается до 70,5–70,9% (табл. 2). Отметим, что относительная величина переднего радиуса чешуи восточноберингоморской сельди по данным Науменко [7] несколько меньше, чем у сельди зал. Петра Великого (у годовиков восточноберингоморской сельди центр чешуи расположен на расстоянии 62,6% от переднего края, тогда как у годовиков сельди зал. Петра Великого – на расстоянии 66,2% у короткоцикловых и 67,2% у длинноцикловых поколений), что может быть связано с более высоким темпом роста сельди зал. Петра Великого.

**Поправочные коэффициенты ( $k_1$ ) для вычисления размеров годовиков сельди зал. Петра Великого по данным измерений переднего радиуса чешуи ( $l_p$ ) в 1996–2000 гг. (для поколений с длительным жизненным циклом) и в 2001–2014 гг. (для поколений с коротким жизненным циклом)**

Период исслед., годы	Возраст, годы	N, экз.	$l_p/l$ , %	по фактическим данным		с учетом условного центра чешуи	
				$l_p$ , мм	$k_1$	$l_p$ , мм	$k_1$ расчет по ур-ниям(1)* и (2)**
1996–2000	1	13	67,2	3,94	1	3,94	1*
	2	62	68,9	5,52	1,0253	5,66	1,0219*
	3	395	69,3	5,79	1,0312	5,97	1,0307*
	4	27	69,9	6,34	1,0402	6,59	1,037*
	5	75	70,2	6,64	1,0446	6,93	1,0419*
	6	19	70,5	6,91	1,0491	7,25	1,0459*
	7	23	70,7	7,05	1,0521	7,42	1,0492*
	8	37	70,8	7,15	1,0536	7,53	1,0521*
	9	6	70,9	7,19	1,0551	7,58	1,0547*
	10	4	70,9	7,21	1,0551	7,61	1,057*
	11	3	70,9	7,25	1,0551	7,65	1,0591*
	12	3	70,9	7,27	1,0551	7,67	1,061*
2001–2014	1	119	66,2	2,85	1	2,85	1**
	2	372	68,4	4,83	1,0333	4,99	1,0269**
	3	456	69,1	5,60	1,0438	5,84	1,0394**
	4	503	69,4	6,06	1,0483	6,35	1,0483**
	5	17	69,8	6,36	1,0544	6,71	1,0552**
	6	17	70,0	6,54	1,0574	6,92	1,0609**
	7	7	70,5	6,72	1,0650	7,16	1,0656**

Вышеупомянутые авторы [6, 7] убедительно показали, что у сельдей в онтогенезе разница между ожидаемой и фактической величинами передней (краниальной) части чешуи возникают по причине ее ускоренного роста относительно задней (каудальной). Эта особенность является основанием для расчета поправочных коэффициентов с целью определения действительного центра чешуи и истинных годовых приростов переднего радиуса чешуи. Результаты расчетов поправочных коэффициентов для вычисления размеров годовиков сельди зал. Петра Великого у поколений с разной длительностью жизненного цикла приведены в табл. 2. На основании эмпирических данных были получены уравнения регрессии между поправочными коэффициентами ( $k_1$ ) и возрастом рыб ( $t$ ).

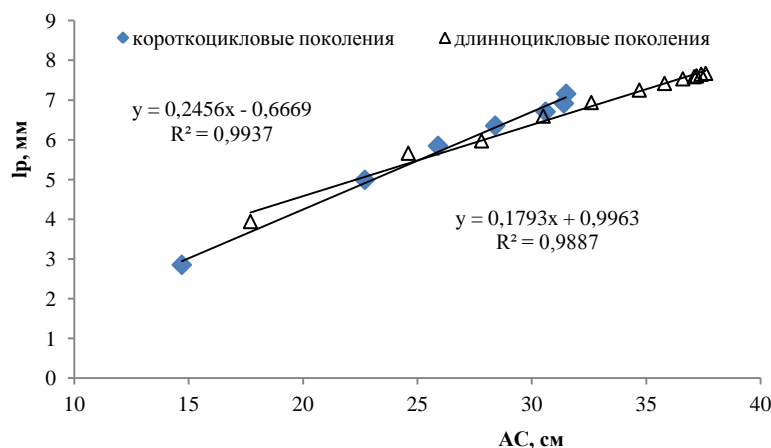


Рис. 2. Соотношение длины тела ( $AC$ , см) и переднего радиуса чешуи ( $l_p$ , мм), вычисленного с учетом сдвига ее центра, для сельди зал. Петра Великого

Для поколений с длительным жизненным циклом была установлена зависимость:

$$k_1 = 0,0218 \ln(t) + 0,0068 \quad R^2 = 0,9516, \quad (1)$$

для поколений с коротким жизненным циклом

$$k_1 = 0,0309 \ln(t) + 1,0055 \quad R^2 = 0,9634. \quad (2)$$

С помощью уравнений 1 и 2 были найдены поправочные коэффициенты (с учетом условного центра чешуи) для уточнения расчисленных размеров всех возрастов у поколений с разной длительностью жизненного цикла в популяции сельди зал. Петра Великого (табл. 3, 4). Соотношение длины тела и переднего радиуса чешуи, величина которого была получена с применением поправочных коэффициентов, аппроксимируется прямолинейной зависимостью (рис. 2), что отвечает условиям применения способа обратных расчислений роста рыб по чешуе.

Таблица 3

**Поправочные коэффициенты для поколений сельди зал. Петра Великого с длительным жизненным циклом, вычисленные по зависимости (1)**

t	Т (возраст, по которому находится длина для возраста t)										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,0219	1,0307	1,037	1,0419	1,0459	1,0492	1,0521	1,0547	1,057	1,0591	1,061
2		1,0086	1,0148	1,0195	1,0234	1,0267	1,0296	1,0321	1,0343	1,0364	1,0382
3			1,0061	1,0108	1,0147	1,0179	1,0207	1,0232	1,0255	1,0275	1,0293
4				1,0047	1,0085	1,0118	1,0146	1,017	1,0193	1,0213	1,0231
5					1,0038	1,007	1,0098	1,0123	1,0145	1,0165	1,0183
6						1,0032	1,006	1,0085	1,0106	1,0126	1,0144
7							1,0028	1,0052	1,0074	1,0094	1,0112
8								1,0024	1,0046	1,0066	1,0084
9									1,0022	1,0041	1,0059
10										1,002	1,0038
11											1,0018

Таблица 4

**Поправочные коэффициенты для поколений сельди зал. Петра Великого с коротким жизненным циклом, вычисленные по зависимости (2)**

t	Т (возраст, по которому находится длина для возраста t)					
	2	3	4	5	6	7
1	1,0269	1,0394	1,0483	1,0552	1,0609	1,0656
2		1,0122	1,0209	1,0276	1,0331	1,0377
3			1,0085	1,0152	1,0206	1,0252
4				1,0066	1,0119	1,0165
5					1,0053	1,0098
6						1,0045

Для сельди зал. Петра Великого фактические данные, характеризующие связь между размерами рыб и величиной переднего радиуса чешуи, описываются логарифмическим уравнением, что отражает особенности роста чешуи сельдевых в онтогенезе, заключающейся в ускоренном увеличении передней части чешуи. На основании приведенного Анохиной [6] и Науменко [7] метода были получены поправочные коэффициенты для расчетов темпа роста сельди зал. Петра Великого в соответствии с длительностью жизненного цикла поколений, существующих в конкретный период времени в популяции. С учетом полученных поправочных коэффициентов соотношение длины тела и переднего радиуса чешуи удовлетворительно аппроксимируется прямолинейной зависимостью и отвечает условиям применения способа обратных расчислений роста рыб по чешуе.

### Литература

1. Морозов А.В. О расхождении в росте молоди рыб и причинах этого расхождения // Зоол. журнал. – 1951. – Т. 30. – Вып. 5. – С. 457–466.
2. Брюзгин В.Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. – К.: Наукова думка, 1969. – 186 с.
3. Мина М.Ф., Клевезаль Г.А. Рост животных. – М.: Наука, 1976. – 291 с.
4. Лапин Ю.Е. Закономерности динамики популяций рыб в связи с длительностью их жизненного цикла. – М.: Наука. 1971. – 173 с.
5. Дгебуадзе Ю.Ю., Чернова О.Ф. Чешуя костистых рыб как диагностическая и регистрирующая структура. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 315 с.
6. Анохина Л.Е. Характер роста и его отражение при обратных расчислениях длины сельди *Clupea harengus maris-albi* Berg // Вопр. ихтиологии. – 1973. – Т.13. – Вып. 5(82). – С. 858–868.

7. Науменко Н.И. Биология и промысел сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. – 332 с.

8. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.

9. Черноиванова Л.А., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф., Панченко В.В., Антоненко Д.В. Оценка биологического состояния репродуктивной части популяции сельди залива Петра Великого (Японское море) по результатам мониторинга 2007–2008 гг. // Морские прибрежные экосистемы: Материалы Третьей Международной научно-практической конференции. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2009. – С. 84–89.

10. Черноиванова Л.А. Эффективность воспроизводства тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Val.) залива Петра Великого (Японское море) в зависимости от биологического состояния производителей и изменчивости среды // Известия ТИНРО-Центра. – 2013. – Т. 175. – С. 42–55.

УДК [553.04:556.3](476)

**О.В. Шершнева<sup>1</sup>, М.Г. Ясовеев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
Гомель, 246019;

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка», Минск, 220809  
e-mail: gomelgeo@yandex.ru

### **ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Представлен аналитический обзор состояния и использования гидроминеральных ресурсов в Республике Беларусь. Рассмотрены их распространение, глубины залегания, запасы, качество и направления использования. Наиболее полно представлен анализ запасов, качественного состояния и проблем использования пресных подземных вод как основного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения населения страны. Проанализировано состояние ресурсной базы минеральных лечебных и промышленных вод и рассолов.

**Ключевые слова:** гидроминеральные ресурсы, запасы, пресные подземные воды, минеральные лечебные воды и рассолы, промышленные рассолы, термальные воды и рассолы.

**O.V. Shershneyov<sup>1</sup>, M.G. Jasoveyev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Educational Establishment «Francisk Skorina Gomel State University»,  
Gomel, 246019;

<sup>2</sup>Educational Establishment «Belarus State Pedagogical University»,  
Minsk, 220809  
e-mail: gomelgeo@yandex.ru

### **HYDROMINERAL RESOURCES OF THE REPUBLIC OF BELARUS: ACTUAL CONDITION AND USE**

An analytical overview of the condition and use of hydromineral resources in the Republic of Belarus is presented. Their distribution, depth, inventory, quality and usage are reviewed. The most complete analysis is made for the reserves, quality and problems of using fresh groundwater as the main source of drinking water supply in the country. The state of the resource base of mineral and industrial water and brines is analyzed.

**Key words:** hydromineral resources, reserves, fresh groundwater, mineral water and brines, industrial brines, thermal water and brines.

Гидроминеральные ресурсы являются важной составной частью минерально-сырьевой базы Республики Беларусь и имеют весомое значение в экономике страны. Надлежащее обеспечение потребностей экономики в гидроминеральных ресурсах осуществимо при условии наличия достоверных сведений о распространении и запасах этого вида сырья, его качестве, а также технических возможностей его добычи. При этом важной составляющей в контексте рационального недропользования является эффективное использование минерального сырья с учетом экологических требований.

Задачи исследования включали анализ:

- условий формирования и размещения гидроминерального сырья, запасов и их состояния;
- масштабов добычи и направлений использования;
- состояния гидроминеральных ресурсов в связи с техногенным воздействием на них.

Для решения поставленных задач проведены систематизация, обобщение и анализ авторских и данных других исследователей по различным видам гидроминеральных ресурсов Республики Беларусь.

Гидроминеральные ресурсы Республики Беларусь представлены пресными подземными водами, минеральными лечебными, минеральными промышленными и термальными водами и рассолами.

*Пресные подземные воды* получили повсеместное распространение на территории Республики Беларусь, естественные ресурсы которых оцениваются величиной 15,9 км<sup>3</sup>/год. В геолого-стратиграфическом отношении они приурочены к четвертичным, неоген-палеогеновым, верхне-меловым, верхнеюрским, девонским и верхнепротерозойским отложениям до глубины от 100–150 до 400–450 м. Водоносные горизонты и комплексы преимущественно напорные. Безнапорные воды, получившие практически повсеместное распространение, заключены в аллювиальных, озерно-аллювиальных, озерно-болотных и флювиогляциальных отложениях четвертичного возраста [1, 2].

В условиях, не нарушенных антропогенным воздействием, пресные подземные воды водоносных горизонтов и комплексов в целом обладают преимущественно гидрокарбонатным магниевым-кальциевым составом, минерализация которых в основном находится в пределах 300–800 мг/дм<sup>3</sup>. При этом в пределах зоны распространения пресных вод выделяются площади и участки ультрапресных и солоноватых вод. Первые из них преимущественно распространены в южной части страны – Белорусском Полесье, где они занимают наиболее обширные площади, составляющие до 3600 км<sup>2</sup>. В геолого-стратиграфическом отношении воды заключены в отложениях четвертичного и палеогенового возраста, а величина минерализации их изменяется в пределах 25–90 мг/дм<sup>3</sup>. Солоноватые воды встречаются на ограниченных по площади участках разгрузки глубинных вод, которые приводят к возрастанию минерализации пресных вод до 4000–6000 мг/дм<sup>3</sup> и они приобретают хлоридный натриевый состав [2–4].

Гидродинамический и гидрохимический режим пресных подземных вод в естественных условиях, их более надежная, по сравнению с поверхностными водами, защищенность от антропогенного воздействия, предопределили их приоритетное использование для питьевых целей, что отражено в статье 5 Закона Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении». Макрокомпонентный состав подземных вод в естественных условиях, как правило, соответствует требованиям СанПиН 10–124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». В то же время физико-географические и геолого-гидрогеологические условия обусловили определенные особенности химического состава пресных подземных вод, что необходимо учитывать при водоподготовке, и которые выражаются в следующем [3, 5]:

- практически повсеместное наличие в них железа, преимущественно в закисной форме, концентрации которого составляют от 1,5–3,0 до 5–10 мг/дм<sup>3</sup> и более, при нормативе – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>;
- практически повсеместное, ниже оптимального для питьевых вод (0,7–1,5 мг/дм<sup>3</sup>), содержание фтора. Верхний допустимый предел его содержания отмечается лишь в единичных случаях в водах верхнепротерозойского водоносного комплекса в районе г. Минска;
- практически повсеместное, ниже оптимального для питьевых вод (0,1 мг/дм<sup>3</sup>), содержание йода.

Геологические изыскания новых участков месторождений для организации централизованного водоснабжения характеризуются положительной динамикой. За период 2003–2013 гг. коли-



чество разведанных месторождений возросло на 22% и на период 2013 г. составило 323 месторождения с эксплуатационными запасами пресных подземных вод в количестве 7,11 млн м<sup>3</sup>/сут, степень освоенности которых не превысила 70%. В региональном плане среди административных районов степень освоенности эксплуатационных запасов изменяется от 63 до 78%. Более 60% месторождений относится к малым с эксплуатационными запасами 1–30 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Эксплуатация пресных подземных вод осуществляется одиночными скважинами (около 20 тыс.) и групповыми водозаборами. В общем водозаборе пресных вод за период 2003–2013 гг. величина изъятия воды из подземных горизонтов колебалась от 55 до 60%. За этот же период времени произошло 20% сокращение водозабора из подземных источников, величина которого в 2013 г. составила 851 млн м<sup>3</sup>. Прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод оцениваются в 49596 тыс. м<sup>3</sup>/сут, что с учетом степени использования разведанных эксплуатационных запасов (22%) позволяет говорить об обеспеченности потребностей экономики страны в пресной воде на современном этапе и перспективу [6, 7].

*Проблемы использования пресных подземных вод.* При водоснабжении необходимо, чтобы вода подавалась потребителю в необходимом количестве и имела качество, исключаящее опасность для здоровья людей. В подобном аспекте, проблемы, возникающие в связи с использованием подземных вод, можно объединить в три группы:

- несоответствие подземных вод стандартам качества для их использования, что обусловлено природными факторами их формирования;
- изменение качества и количества подземных вод в связи с прямым или косвенным антропогенным воздействием на них;
- несоответствие подземных вод стандартам качества для их использования, обусловленное техническими проблемами систем водоподготовки и водоснабжения.

Как было отмечено выше, природные факторы обусловили распространение на территории страны подземных вод с повышенным или пониженным содержанием определенных химических элементов, концентрация которых в воде не соответствует требованиям СанПиН 10–124 РБ 99. Это высокое содержание железа, дефицит фтора, йода и некоторых других элементов (селена, молибдена, цинка и др.), низкое общее солесодержание, не соответствующее оптимуму (200–500 мг/дм<sup>3</sup>) для питьевых вод, как, например, в ультрапресных водах. С одной стороны, они могут стать причиной ухудшения органолептических свойств воды, а с другой привести к возникновению различных элементодефицитных заболеваний. Улучшение качества таких вод требует проведения определенной их обработки перед подачей потребителям. К таким способам водоподготовки относятся, например, обезжелезивание, деманганация, фторирование, обесфторивание и др.

К антропогенным факторам изменения качества и количества подземных вод относятся: сточные воды и твердые отходы промышленных производств, городов и поселков, животноводческих комплексов, применение минеральных удобрений и пестицидов, разработка месторождений полезных ископаемых, чрезмерный водозабор [3, 5].

Мощными источниками воздействия на качество подземных вод являются такие предприятия перерабатывающей промышленности, как ОАО Гомельский химический завод, Светлогорское ПО «Химволокно», ОАО «Мозырский НПЗ», Новополоцкие ОАО «Полимир» и «Нафтан», ОАО «Гродноазот». Например, в результате производственной деятельности Гомельского химического завода под отвалами складированных отходов переработки, представленных фосогипсом, происходит длительное загрязнение преимущественно грунтовых и межморенных водоносных горизонтов до глубины 25–30 м. Основными загрязняющими компонентами являются сульфаты, содержание которых на локальных участках в грунтовых и межморенных горизонтах периодически превышает 4000–5000 мг/дм<sup>3</sup> [8].

К наиболее масштабным по силе воздействия на геологическую среду относятся территории разработки полезных ископаемых: нефтяных месторождений в Речицком и Светлогорском районах Гомельской области, Старобинского месторождения калийных солей (Минская область), месторождения доломитов «Руба» (Витебская область), месторождения строительного камня «Микашевичи» (Брестская область). Спецификой данного вида воздействия на водные ресурсы является нарушение не только их качества, но количества. Интенсивное засоление (хлоридного натриевого состава), охватившее грунтовые воды, межморенные горизонты и палеогеновый водоносный горизонт на площади около 20 км<sup>2</sup>, происходит в районе разработки Старобинского

месторождения калийных солей. Нередко минерализация грунтовых вод здесь достигает  $200 \text{ г/дм}^3$ . Наиболее значительные объемы водоотлива приходятся на месторождения «Руба» (около  $200 \text{ млн м}^3$ ) и «Микашевичи» (около  $20 \text{ млн м}^3$ ) [3, 5].

С негативным сельскохозяйственным воздействием на подземные воды связано обнаружение в них таких загрязнителей, как азот, фосфор, калий и биогенные элементы. В районе ряда водозаборов централизованного водоснабжения обнаруживаются нитраты (ПДК –  $45 \text{ мг/дм}^3$ ) –  $45,6\text{--}86,5 \text{ мг/дм}^3$  («Новинки», г. Минск),  $61,6 \text{ мг/дм}^3$  («Южный», г. Орша), азот аммонийный (ПДК –  $2,6 \text{ мг/дм}^3$ ) –  $2,0\text{--}3,12 \text{ мг/дм}^3$  («Вицковщина», г. Минск),  $1,5\text{--}2,0 \text{ мг/дм}^3$  («Северный», г. Жодино), источник поступления которых ассоциируется с объектами сельскохозяйственного производства [6].

Чрезмерный водозабор приводит к «подтягиванию» в эксплуатируемый водоносный пласт относительно глубоко залегающих вод и появлению в эксплуатируемых водах – бора, марганца и некоторых других элементов.

Ненадлежащее качество подземных вод связано не только с их природными особенностями формирования и антропогенной нагрузкой на них, но и с низким санитарно-техническим состоянием самих водозаборов и износом водопроводных сетей. В республике из общего количества артезианских скважин (31 499 шт.) в действующем фонде находится лишь 63%, а более трети – не функционируют. Более чем 120 водозаборов требуют переоценки запасов, поскольку расчетный срок их эксплуатации уже истек. Износ городских водопроводных сетей в среднем по республике превышает 60%, что также является одним из факторов различия в качестве воды на станциях водоподготовки и непосредственного водопотребителя. Состояние водопроводных сетей приводит к ежегодной потере от 80 до  $100 \text{ млн м}^3$  воды при транспортировке, что составляет  $5,5\text{--}6,5\%$  от общего объема изъятой воды из природных источников [6, 7].

*Минеральные лечебные воды и рассолы* в геолого-стратиграфическом отношении аккумулярованы в водо- и рассольных комплексах осадочного чехла юрского, триасового, пермского, каменноугольного, девонского, кембрийского, верхнепротерозойского возраста, а также развиты в водоносной зоне трещиноватых архей-нижнепротерозойских пород кристаллического фундамента и обнаруживаются на глубинах от 100 до 1200 м и более. Распространенные на территории Республики Беларусь минеральные лечебные воды и рассолы представлены семью видами: без специфических компонентов и свойств; бромные и йодо-бромные воды и лечебные рассолы (содержание брома –  $25\text{--}160 \text{ мг/дм}^3$ , йода – до  $100 \text{ мг/дм}^3$  и более); борные воды (содержание ортоборной кислоты –  $40 \text{ мг/дм}^3$ ); сероводородные (сульфидные) воды и рассолы (содержание сероводорода –  $35 \text{ мг/дм}^3$ ); железистые воды (содержание двухвалентного железа –  $86 \text{ мг/дм}^3$ ); радоновые воды (содержание радона –  $274\text{--}822 \text{ Бк/дм}^3$ ); минеральные воды с высоким содержанием органического вещества (содержание гумусовых веществ –  $33\text{--}300 \text{ мг/дм}^3$ ). Разведанные запасы минеральных вод составляют более 32 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$  [9, 10].

Минеральные лечебные воды и рассолы различного химического состава и минерализации используются в санаторно-курортных и лечебных учреждениях различного профиля, для чего отбирается более 100 тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$  минеральной воды. Кроме того, производится бутылочный розлив нескольких десятков торговых марок, забор минеральной воды для которых составляет более 200 тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$  [10, 11].

*Промышленные рассолы* (минерализация  $400\text{--}500 \text{ г/дм}^3$ ) на территории Республики Беларусь приурочены к отложениям девонского и верхнепротерозойского возраста Припятского прогиба и залегают на глубинах от 2000 до 5000 м. В пределах данной структуры выделено 4 месторождения промышленных рассолов, которые представлены йодо-бромно-редкометаллоносными и бромно-редкометаллоносными типами. В зависимости от химического состава и минерализации в йодо-бромно-редкометаллоносных рассолах содержание йода составляет  $11\text{--}95 \text{ мг/дм}^3$ , брома –  $1407\text{--}6580 \text{ мг/дм}^3$ , редких металлов –  $636\text{--}4002 \text{ мг/дм}^3$ ; в бромно-редкометаллоносных рассолах концентрация брома –  $3440\text{--}6633 \text{ мг/дм}^3$ , редких металлов –  $563\text{--}2740 \text{ мг/дм}^3$ . Из редких металлов в рассолах широко представлены: литий – до  $0,11 \text{ г/дм}^3$ , бор – до  $0,5 \text{ г/дм}^3$ , стронций –  $1,5\text{--}4,5 \text{ г/дм}^3$ , рубидий – до  $0,05 \text{ г/дм}^3$ , а также ряд других химических элементов и солей (всего около 40). В целом геологические запасы рассолов оцениваются в  $1830 \text{ км}^3$ , а содержание минерального вещества в них составляет 680109 т. К настоящему времени разработаны технологии извлечения ценных химических элементов из рассолов и осваивается методика их добычи и переработки [9].

*Термальные воды и рассолы*, распространенные на территории Республики Беларусь, представлены тремя видами. Низкопотенциальные термальные воды с температурой 42 °С и минерализацией 1–12 г/дм<sup>3</sup> представлены в западной части страны в пределах Подляско-Брестской впадины на глубинах 1600–1700 м. Низкопотенциальные термальные рассолы с минерализацией 120–150 г/дм<sup>3</sup> и температурой 20–30 °С приурочены к интервалам глубин 433–680 м и 1000–1800 м и более в Оршанской впадине. Средне- и высокопотенциальные термальные рассолы установлены в Припятском прогибе, где на глубинах более 4000 м зафиксированы их наибольшие температуры – 100,5–102,2 °С. Высокие концентрации рассолов и значительные глубины их залегания обуславливают нецелесообразность их разработки [9].

Проведенный анализ гидроминеральных ресурсов Республики Беларусь позволяет сделать следующие выводы. Гидроминеральные ресурсы являются одним из важнейших видов минерально-сырьевой базы страны. Некоторые из них (пресные подземные воды) является важнейшей составной частью водохозяйственного комплекса страны и позволяют всецело обеспечивать хозяйственно-питьевые потребности в воде. Другие создают возможности организации и осуществления санаторно-курортных и лечебно-оздоровительных функций для медико-бальнеологической реабилитации населения (минеральные лечебные воды и рассолы) и создают перспективы для создания гидрохимической промышленности (промышленные рассолы). В то же время существуют и определенные проблемы, ограничивающие или затрудняющие использование тех или иных видов гидроминеральных ресурсов, обусловленные естественными (природными), антропогенными и техническими факторами. Стратегические направления решения существующих проблем при использовании гидроминеральных ресурсов вполне очевидны и определены в соответствующих долгосрочных государственных программах (Государственная программа по водоснабжению и водоотведению «Чистая вода»).

#### Литература

1. Геология Беларуси / А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкий, А.В. Матвеев [и др.]. – Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
2. Кудельский А.В., Пашкевич В.И., Ясовеев М.Г. Подземные воды Беларуси. – Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 1998. – 260 с.
3. Ясовеев М.Г., Шершнев О.В., Кирвель И.И. Водные ресурсы Республики Беларусь (распространение, формирование, проблемы использования и охраны). – Минск: БГПУ, 2005. – 296 с.
4. Пашкевич В.И., Коваленко М.К., Кудельский А.В. «Линзы» ультрапресных подземных вод Беларуси (геохимия, распространение, использование) // Известия Национальной академии наук Беларуси. – Серия химических наук. – 2011. – № 1. – С. 104–113.
5. Ясовеев М.Г., Шершнев О.В., Ястребова Н.И. Состояние пресных подземных вод Беларуси // Белорусская думка. – 2007. – № 10. – С. 169–177.
6. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2013 / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2014. – 364 с.
7. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2011 год). – Минск, 2012. – 144 с.
8. Шершнев О.В., Павловский А.И., Прилуцкий И.О. Оценка масштаба и степени загрязнения подземных вод на территории влияния Гомельского химического завода // Природные ресурсы. – 2013. – № 1. – С. 44–50.
9. Кудельский А.В., Ясовеев М.Г. Минеральные воды Беларуси. – Минск: Институт геол. наук АН Беларуси, 1994. – 280 с.
10. Минеральные воды и лечебные пелоиды Беларуси: ресурсы и современное использование / М.Г. Ясовеев [и др.]. – Минск, 2005. – 346 с.
11. Ясовеев М.Г. Перспективы использования и ресурсы минеральных вод Беларуси // Природные ресурсы. – 1997. – № 1. – С. 56–65.

**Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова**

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

*Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции  
(24–26 марта 2015 г.)*

В авторской редакции  
Технический редактор О.А. Лыгина  
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина  
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 23.03.2015 г.  
Формат 61\*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 19,25. Уч.-изд. л. 19,61. Усл. печ. л. 19,3  
Тираж 200 экз. Заказ № 74

Издательство  
Камчатского государственного технического университета  
Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35

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

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

*Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции  
(24–26 марта 2015 г.)*

*Часть II*

Петропавловск-Камчатский  
2015

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск

*Н.Г. Клочкова,*  
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*В.И. Карпенко, д.б.н.; Л.Н. Саушкина, к.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.;  
М.В. Ефимова, к.б.н.; Л.М. Хорошман, к.г.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.,  
К.В. Алтухов, к.т.н.; О.А. Белов, к.т.н., С.Ю. Труднев, С.В. Гаврилов*

П77

**Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование** : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (24–26 марта 2015 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Ч. II. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2015. – 140 с.

ISBN 978-5-328-00316-2

ISBN 978-5-328-00318-6 (ч. 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 978-5-328-00318-6 (ч. 2)  
ISBN 978-5-328-00316-2

© КамчатГТУ, 2015  
© Авторы, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

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

<b>Амплеева А.В., Ложниченко О.В.</b> Морфофункциональные особенности органов кроветворения в раннем онтогенезе белорыбицы ( <i>Stenodus Leucichthys</i> ).....	5
<b>Арчибисов Д.А., Касперович Е.В., Лякишев М.С., Петренко О.Е., Швецов В.А.</b> Актуальность и направления модернизации устройств отбора проб донных отложений в свете перспектив реконструкции морского порта Петропавловск-Камчатский .....	9
<b>Асеева Н.Л., Левицкая А.В.</b> Динамика промысла черного палтуса в Охотском море .....	14
<b>Билан И.С., Труднев С.Ю.</b> Разработка устройства автоматического поддержания температурного режима в парниках (теплицах) с использованием микроконтроллера .....	17
<b>Веретёхин А.В.</b> Экологические аспекты экономической безопасности промышленного предприятия .....	19
<b>Красницкий Д.В., Труднев С.Ю.</b> Разработка устройства для повышения качества электрической энергии .....	23
<b>Крылевский А.В., Труднев С.Ю.</b> Разработка системы автоматизации полива дачного участка.....	25
<b>Марковцев В.Г.</b> Сравнительная характеристика деятельности государственных и частных лососевых заводов .....	28
<b>Марченко А.А., Труднев С.Ю.</b> Искусственное нагружение асинхронного электродвигателя 4А80А4.....	30
<b>Марченко А.А., Труднев С.Ю.</b> Метод искусственного нагружения асинхронных двигателей в режиме противовключения .....	36
<b>Недоступ А.А., Ражев А.О.</b> Создание математической модели движения озерного закидного невода при выборке .....	40
<b>Недоступ А.А., Ражев А.О.</b> Создание математической модели движения ставного подвесного невода в условиях волнения и неравномерного течения .....	44
<b>Носаль С.Ю.</b> Современные системы навигации .....	52
<b>Осипов Е.В.</b> Совершенствование ярусного промысла синекорого палтуса .....	56
<b>Петрунин А.В., Труднев С.Ю.</b> Модернизация автоматизации аварийных и штатных систем запуска Дизель-генераторных агрегатов.....	58
<b>Пирог А.В., Ложниченко О.В.</b> Морфофункциональные особенности печени клариевых сомов .....	60
<b>Савотин Д.В.</b> Пространственное моделирование траловой системы при стационарном движении .....	63
<b>Соколов А.С.</b> Биологическое состояние промысловых креветок рода <i>Pandalus</i> в ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны по результатам донной траловой съемки, выполненной ФГУП «Тинро-центр» (октябрь 2014 г., НИС «ТИНРО») .....	69

<b>Соколова Е.В.</b>	
Лебедка МЛШ-1200 Д для обтяжного лова .....	74
<b>Труднев С.Ю., Марченко А.А.</b>	
Исследование влияния динамической нагрузки при параллельной работе однофазного инвертора на однофазную сеть .....	78
<b>Труднев С.Ю., Марченко А.А.</b>	
Разработка математической модели параллельной работы ДГА судна типа ледокол «Садко» .....	81
<b>Федотов П.А., Винников А.В.</b>	
К оценке промыслового запаса синего краба ( <i>Paralithodes Platypus</i> ) в Олюторско-Наваринском районе Берингова моря .....	86
<b>Федотов П.А., Дегтярева В.А.</b>	
Распределение и некоторые особенности биологии краба-стригуна опилио ( <i>Chionoecetes Opilio</i> ) в Олюторско-Наваринском районе Берингова моря .....	90
<b>Ястребов Д.П., Марченко А.А.</b>	
Разработка энергоэффективного электропривода для грузоподъемных механизмов .....	94

### **Секция 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

<b>Агеев О.В., Фатыхов Ю.А.</b>	
Разработка видеокomпьютерного устройства для сортировки рыбы на основе мехатроники ....	97
<b>Андруцкий А.В.</b>	
Оценка основных составляющих развития рыбной отрасли Камчатки .....	101
<b>Афанасьева К.М., Фарафонова А.А.</b>	
Характеристика ассортимента мармеладных изделий и направления расширения ассортимента .....	105
<b>М.В. Благоданова, В.Ю. Руденко</b>	
Исследование влияния внесения растительного сырья на органолептические показатели и качество икры сельди тихоокеанской ястычной .....	109
<b>Ефимова М.В., Ефимов А.А., Толоконникова О.Н., Зенина А.П.</b>	
Применение термофильных синезеленых водорослей в технологии хлебобулочных изделий .....	117
<b>Зенина А.П., Ефимова М.В., Ефимов А.А.</b>	
Направления развития потребительского спроса и ассортимента мучных кондитерских изделий .....	125
<b>Кириллов А.Ф., Свешников Ю.А.</b>	
Предпосылки развития пастбищного рыбководства в озерах бассейна среднего течения реки Лена .....	131
<b>Сафрыгина Е.Ю.</b>	
Природные источники энергии как альтернативные продукты потребления и жизнеобеспечения человека .....	134
Список организаций – участников конференции и их адреса .....	138



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

УДК 597.552.51:597.11

**А.В. Амплеева<sup>1</sup>, О.В. Ложниченко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Каспийский институт морского и речного транспорта,  
филиал «Волжская государственная академия водного транспорта», Астрахань, 414014;*

<sup>2</sup>*Астраханский государственный технический университет, Астрахань, 414056  
e-mail: ampleeva-av@mail.ru*

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНОВ КРОВЕТВОРЕНИЯ  
В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ БЕЛОРЫБИЦЫ (STENODUS LEUCICHTHYS)**

Главным показателем общего физиологического состояния организма является его внутренняя среда. Проведенное изучение кроветворных органов белорыбицы в эмбриональном, личиночном и мальковом периодах развития позволяет получить целостное представление о качественном составе развивающихся форменных элементов крови в мезонефросе, тимусе и селезенке, их развитии и становлении кроветворной функции. Выявлены возрастные особенности качественного состава форменных элементов крови в связи с дифференциацией центральных и периферических органов кроветворения. На основе приобретенных данных определены сроки начала продуцирования центральными и периферическими органами кроветворения белорыбицы клеток крови, особенности их топографии и созревания.

**Ключевые слова:** гемопоэз, гемопоэтические полустволовые клетки, эритробласт, миелобласт, монобласт, очаги кроветворения.

**A.V. Ampleeva<sup>1</sup>, O.V. Lojnichenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Caspian Institute of Maritime and River Transport,  
a subsidiary of "Volga State Academy of Water Transport", Astrakhan, 414014;*

<sup>2</sup>*Astrakhan State Technical University, Astrakhan, 414056  
e-mail: ampleeva-av@mail.ru*

**MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL PECULIARITIES OF THE BLOOD-  
FORMING ORGANS DURING EARLY ONTOGENESIS OF INCONNU  
(STENODUS LEUCICHTHYS)**

The main indicator of general physiological condition of the body is its internal environment. The study of blood-forming organs in embryonic, larval and juvenile periods provides a holistic view of the qualitative composition of developing blood cells in the mesonephros, thymus and gills, their development and formation of hematopoietic function. The age peculiarities of the qualitative characteristics of blood cells in connection with the differentiation of central and peripheral organs of hematopoiesis were detected. On the basis of these data the beginning of the blood cells production by means of hematopoiesis inconnu central and peripheral organs, especially their topography and maturation, were presented.

**Key words:** hematopoiesis, haemopoetic semi-stem cells, eritroblast, mieloblast, monoblast, blood hearth.

Большое научно-практическое значение имеют исследования, посвященные изучению раннего онтогенеза рыб, что объясняется низкой резистентностью организма в этот период. Многие как российские, так и зарубежные исследователи занимались изучением кроветворения у рыб [1, 2]. Чаще всего исследования проводились на естественной популяции половозрелых рыб. Проведены

многочисленные исследования, устанавливающие отличия морфофизиологических показателей периферической крови на стадиях раннего онтогенеза и взрослых особей карповых, осетровых, акулковых и сиговых рыб [3–11].

Исследования особенностей гистогенеза кроветворных органов, развития форменных элементов крови и становления иммунитета лососевых видов рыб в эмбриональный и постэмбриональный периоды в настоящее время остаются малоизученными.

Для изучения формирования кроветворных органов в раннем онтогенезе белорыбицы были определены задачи:

- 1) установить закономерности формирования органов кроветворения у белорыбицы;
- 2) установить сроки начала формирования гемопоэтической функции в кроветворных органах белорыбицы;
- 3) определить органную локализацию гемогистобластов и гемоцитобластов у белорыбицы;
- 4) выявить возрастные особенности формирования и соотношения клеточных рядов форменных элементов крови в центральных и периферических органах кроветворения на разных стадиях онтогенеза.

Объектом исследования служили предличинки (354 экз.), личинки (108 экз.), мальки белорыбицы *Stenodus leucichthys leucichthys* (228 экз.), полученные в заводских условиях на Александровском рыбноводном заводе. Было проанализировано 690 препаратов серийных срезов.

Просмотр срезов и снимки производили при помощи микроскопа Микмед 6 и Olympus с системой визуализации. Изучение гематологических показателей крови проводилось по методам, рекомендуемым Житеневой Л.Д., Полтавцевой Т.Г., Рудницкой О.А. [12], Ивановой Н.Т. [1]. Идентификация форменных элементов крови проводилась согласно описаниям Н.Т. Ивановой [1], изменения форменных элементов – согласно рекомендациям Л.Д. Житеневой [2]. При выполнении работы этапы постэмбрионального развития белорыбицы определяли по И.И. Смольянову [13]. Результаты исследований обрабатывали статистически, достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента [14, 15], а также программного пакета анализа Microsoft Excel.

После выклева (1 сутки) в предличиночном периоде развития единственным органом, выполняющим кроветворную функцию, был мезонефрос. В строме первичной почки к моменту выклева находились сегментарно расположенные везикулы. В течение эмбрионального периода развития из почечных везикул формировалась первая генерация мезонефральных телец и относительно короткие извитые каналыца, открывавшиеся в мезонефральный проток. Развивающиеся форменные элементы крови располагались хаотично среди клеток мезенхимы.

К концу эмбрионального периода развития в туловищной почке белорыбицы мезонефроны уже были полностью сформированными. Они дифференцировались на мезонефральные тельца, каналыца 1-го типа, проксимальные (каналыца 2-го типа) и дистальные (каналыца 3-го типа) сегменты и каналыца 4-го типа, впадающие в Вольфов проток.

В личиночном периоде развития в структуре мезонефроса происходили существенные морфофункциональные преобразования; заметно увеличились в размерах все структурные компоненты мезонефронов. Почечные тельца имели вытянутую эллипсообразную форму, встречались также почечные тельца, в которых капиллярные клубочки занимали всю полость мочевого пространства.

В мальковом периоде развития туловищная почка у белорыбицы состояла из функционально активных структур – мезонефронов; рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, сопровождавшей сосуды, и межканалыцевой гемопоэтической ткани. Мезонефральные тельца состояли из почечных капсул и сосудистых клубочков. Каналыца 1 типа отходили от почечных телец, продолжаясь в каналыца 2 типа. Каналыца 2 типа, совершая изгиб, продолжались в каналыца 3 типа. Дистальные каналыца были уже, чем проксимальные. Дистальные каналыца продолжались в каналыца 4 типа, которые впадали в Вольфов проток. Вольфовы протоки имели широкие просветы. Мезонефроны окружала межканалыцевая ткань, в которой развивались форменные элементы крови.

Качественный анализ кроветворной ткани на I этапе показал, что количество родоначальных клеток было 15%. Кроме того, основную массу формирующихся форменных элементов крови составляли эритробласты – 37% и лимфобласты – 21%. В наименьшем количестве были представлены базофильные нормобласты.

На II и III этапе эмбрионального периода развития интенсивность гемопоэза была довольно высокой. Так, в возрасте 11 суток (III этап) доля полустволовых, унипотентных и бластных клеток сократилась в три раза. Завершилось формирование клеток эритропоэтического и лимфоцитопоэтического рядов – имелись зрелые эритроциты (10%) и лимфоциты (12%). Началась дифференцировка гранулоцитов, среди клеток кроветворной ткани в мезонефросе было отмечено незначительное количество монобластов – 1%, пронормобластов – 2%.

В течение личиночного периода развития в мезонефросе начали бурно развиваться гранулоциты – были отмечены эозинофилы и нейтрофилы на стадии миелоцита и метамиелоцита. Среди клеток крови по-прежнему преобладали клетки красной крови (60,5%). На II и III этапе личиночного периода развития процессы кроветворения происходили довольно активно, продолжал интенсивно развиваться миелоцитопоэтический ряд.

В мальковом периоде развития на I и II этапе значительных изменений в % отношении состава клеток не произошло, однако появились палочкоядерные нейтрофилы и эозинофилы. Так же следует заметить, что количество белой крови – 58% стало доминировать над красной – 37%.

Количество родоначальных и бластных форм клеток постепенно снижается, увеличивается количество более зрелых форм клеток.

Таким образом, мезонефрос белорыбицы является универсальным кроветворным органом, в котором происходит развитие всех клеточных рядов крови: эритропоэтического, лимфоцитопоэтического, миелоцитопоэтического и моноцитарного.

Дифференцировка тимуса началась на III этапе личиночного периода развития. Деления органа на корковое и мозговое вещество еще не произошло. Тимус покрыт тонкой соединительнотканной капсулой. На IV этапе личиночного развития формирование тимуса еще не закончено. Так, структура тимуса еще не дифференцирована на мозговое и корковое вещество не различимы, нет дольчатого строения. В мальковом периоде в строме тимуса намечаются будущие дольки. Однако обособившихся, покрытых собственной соединительнотканной капсулой долек не было. В формирующихся будущих дольках было хорошо различимы корковое и мозговое вещество, причем корковое вещество по объему доминировало.

Клеточный анализ тимуса показал, что полустволовые и унипотентные клетки-предшественницы отсутствовали. Из развивающихся клеток крови обнаружены только клетки лимфоцитопоэтического ряда: лимфобласты – 3%, пролимфоциты – 12%, лимфоциты – 83%.

В возрасте 49 дней (I этап малькового периода развития) у молоди белорыбицы 77% было дефинитивных лимфоцитов, количество лимфобластов практически не изменилось и составило 2%, доля пролимфоцитов возросла до 20%.

У молоди белорыбицы в возрасте 52 суток (II этап малькового периода развития) в строме тимуса намечаются будущие дольки. В формирующихся будущих дольках было хорошо различимы корковое и мозговое вещество. По-прежнему доминировали дефинитивные лимфоциты – 74%. Удельный вес лимфобластов и пролимфоцитов значительно не изменился и составил 2% и 22% – соответственно. Следует отметить особенности топографии развивающихся лимфоцитов: лимфобласты и пролимфоциты располагались в мозговом веществе тимуса, тогда как зрелые лимфоциты совместно с ретикулярными клетками составляли основу коркового вещества.

В результате проведенного исследования можно заключить, что в раннем онтогенезе белорыбицы тимус участвует исключительно в лимфоцитопоэзе и в дифференцировке лимфоцитов.

Развитие стромы селезенки и процессы гемопоэза стали происходить в личиночном периоде развития. В возрасте 20 дней активного питания (I этап личиночного периода развития) селезенка представляла собой небольшой компактный орган, в органе нет четкого деления на белую и красную пульпу.

В возрасте 45 суток (IV этап личиночного развития) формирование стромы селезенки еще не закончено, хотя орган на гистологических препаратах выглядит достаточно компактно.

На I этапе малькового периода развития белорыбицы селезенка располагалась в петлях средней кишки. Длина органа увеличилась в полтора раза больше. Тонкая соединительнотканная оболочка покрывала селезенку со всех сторон. Обращает на себя внимание то, что четкого деления стромы селезенки на белую и красную пульпу не произошло, но по периферии имеются небольшие, более темные участки. Необходимо отметить, что селезенка была представлена ретикулярной тканью и развивающимися форменными элементами крови. Структура органа менее рыхлая, чем у личинок, кровеносные сосуды образуют густую сеть. Наиболее крупные из них заполнены периферической кровью.

Из родоначальных клеток крови были отмечены в достаточно большом количестве гемогистобласты – 40%, тогда как гемоцитобластов оказалось в два раза меньше – 16%. Из класса бластных клеток крови доминировали эритробласты 19%, монобласты и миелобласты встречались крайне редко. Удельный вес клеток созревающего класса был незначителен и представлен, в основном, формирующимися клетками эритропоэтического ряда. Скорость развития лейкоцитов была крайне мала, так встречались исключительно пролимфоциты (1%).

В возрасте 45 суток (IV этап личиночного развития) количество родоначальных клеток крови снизилось в более чем 2 раза. На этом этапе личиночного периода развития завершилось формирование клеток лимфоцитопоэтического ряда. Он был представлен: лимфобластами, пролимфоцитами и зрелыми лимфоцитами (5%). Также завершилось созревание клеток эритропоэтического ряда.

На I этапе малькового периода развития белорыбицы удельный вес полустволовых и унипотентных клеток-предшественниц уменьшился и составил 14% и 7% – соответственно. В классе бластных клеток стали доминировать миелобласты, которые составили 7%. В составе V класса созревающих клеток клетки миелоцитопоэтического и эритроцитопоэтического ряда составили практически равные доли по 23% и 19% – соответственно.

Причем среди клеток эритропоэтического ряда заметно снизилась доля пронормобластов и нормобластов базофильных – по 1% и 2%, преобладали более зрелые формы – полиоксифильные нормобласты и оксифильные нормобласты – по 7% и 8%.

Из класса зрелых клеток встречались лимфоциты (5%) и эритроциты (6%). В возрасте 52 суток (II этап малькового периода развития) строение селезенки, качественный состав развивающихся клеток крови остались практически неизменными.

Таким образом, к концу малькового периода развития формирование селезенки не завершилось. Происходит активное развитие стромы органа, формируется белая и красная пульпа, происходит территориальное разделение мест развития форменных элементов крови. Развитие форменных элементов крови осталось еще не законченным. Так, закончилось развитие только эритроцитопоэтического и лимфоцитопоэтического рядов, и продолжает развиваться миелоцитопоэтический и моноцитопоэтический ряд.

Следует указать на то, что среди гранулоцитов более интенсивно происходит формирование эозинофилов – эти клетки присутствуют в составе стромы селезенки до стадии палочкоядерного эозинофила, тогда как нейтрофилы только до стадии метамиелоцитов.

### Литература

1. *Иванова Н.Т.* Атлас клеток крови рыб. Сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб. – М.: Наука, 1982. – 184 с.
2. *Житенева Л.Д.* Экологические закономерности ихтиогематологии // Ростов/н/Д.: АЗНИ-ИРХ, 2000. – 56 с.
3. *Бикташева Ф.Х.* Гематологические показатели хищных рыб озера Асыкуль (Россия, Республика Башкортостан) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 9. – С. 108.
4. *Грушко М.П.* Клеточный состав кроветворных органов половозрелых самок представителей класса рыб, земноводных и пресмыкающихся: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Астрахань, 2010. – 43 с.
5. *Давыдов О.Н., Темниханов Ю.Д., Куровская Л.Я.* Патология крови рыб. – Киев: Инкос, 2006. – 153 с.
6. *Кейстер И.А.* Морфологический состав крови ряпушки и ее изменения как биоиндикационные показатели условий обитания в Белом озере (Вологодская область) // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 3 – С. 117–125.
7. *Козлова Н.И.* Морфология крови нерестового омуля оз. Байкал // Рыбохозяйственное значение прибрежно-соровой зоны Байкал. – Иркутск, 1981. – С. 50–54.
8. *Конченко Д.С.* Морфология клеток крови при патологических процессах // Российский государственный медицинский университет им. Н.И. Пирогова. Вестник РГМУ. – 2010. – Специальный выпуск № 2. – С. 101–103.
9. *Новожилев А.В., Катюхин Л.Н.* Динамика гематологических показателей крови белых крыс в постнатальном онтогенезе // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2008. – Т. 44, № 6. – С. 613–621.

10. *Остроумова И.Н.* Показатели крови и кроветворения в онтогенезе // Известия Всесоюзного НИИ озер и речного хозяйства. – 1987. – Т. 43, № 3. – С. 64–67.

11. *Черняев Ж.А.* Эколого-морфологические особенности развития байкальского омуля: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Томск, 1966. – 22 с.

12. *Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А.* Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. – Ростов/н/Д.: Ростовское книжное издательство, 1989. – 109 с.

13. *Смольянов И.И.* Развитие белорыбицы *Stenodus leucichthys leucichthys*, нельмы *Stenodus leucichthys nelma* и сига-нельмушки *Coregonus lavaretus nelmuschka* // Тр. Института морфологии животных АН СССР. – 1957. – Т. 20. – С. 232–294.

14. *Плохинский Н.А.* Биометрический анализ в биологии. – М.: МГУ, 1982. – 157 с.

15. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: Учебное пособие для биологических специальностей вузов, 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа. – 1990. – 352 с.

УДК 556.07:627.2(571.66-25)

**Д.А. Арчибисов<sup>1,2</sup>, Е.В. Касперович<sup>1</sup>, М.С. Лякишев<sup>1</sup>,  
О.Е. Петренко<sup>2</sup>, В.А. Швецов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Федеральное бюджетное учреждение «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*

### **АКТУАЛЬНОСТЬ И НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ ОТБОРА ПРОБ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СВЕТЕ ПЕРСПЕКТИВ РЕКОНСТРУКЦИИ МОРСКОГО ПОРТА ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ**

Показана важность реконструкции морского порта Петропавловск-Камчатский для реализации решений по ускорению социально-экономического развития Камчатского края. Обосновывается необходимость отбора и анализа проб донных отложений и грунта для реконструкции морского порта. Рассмотрены существующие устройства для отбора проб донных отложений, и показана актуальность разработки, испытания и внедрения устройств по отбору проб донных отложений и грунтов, имеющих лучшие характеристики по сравнению с существующими, для реконструкции морского порта Петропавловск-Камчатский.

**Ключевые слова:** социально-экономическое развитие, морской транспорт, морской порт, дноуглубление, донные отложения, устройства по отбору проб.

**D.A. Archibisov<sup>1,2</sup>, E.V. Kasperovich<sup>1</sup>, M.S. Lyakisnev<sup>1</sup>,  
O.E. Petrenko<sup>2</sup>, V.A. Shvetsov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Federal state organization «Kamchatka's directorate  
for technical supply of sea supervision»,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683031;*

<sup>2</sup>*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: d.a.archibisov@mail.ru*

### **RELEVANCE AND DIRECTIONS OF SEDIMENTS SAMPLING DEVICES MODERNIZATION FOR FUTURE PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY SEAPORT RECONSTRUCTION**

The importance of sea port reconstruction in Petropavlovsk-Kamchatsky to accelerate socio-economic development of the Kamchatka region was explained. The necessity of selection and analysis of bottom soils and sedi-

ments to reconstruct sea port was supported. The existing devices for taking samples of bottom sediments were described. The relevance of the development, testing and implementation of devices for taking samples of bottom sediments and soils, which have better characteristics in comparison with existing ones, for the reconstruction of Petropavlovsk-Kamchatsky sea port was demonstrated.

**Key words:** socio-economic development, maritime transport, seaport, dredging, sediments, sampling devices.

В 2014 г. органами власти Российской Федерации (далее РФ) и Камчатского края принят ряд нормативно-правовых документов, в соответствии с которыми в ближайшие годы планируется существенное ускорение темпов социально-экономического развития Камчатского края. Значительное внимание уделяется развитию транспортной инфраструктуры, и в том числе – морского порта Петропавловск-Камчатский.

Так, например, в Постановлении Совета Федерации Федерального Собрания РФ (далее СФ ФС РФ) отмечено [1]: «благодаря наличию незамерзающего порта на Северном морском пути и выгодному географическому положению на пересечении воздушных линий, Камчатский край в ближайшие годы станет важнейшим логистическим узлом в мировой транспортной системе по направлениям Европа – Америка, Европа – Юго-Восточная Азия, Юго-Восточная Азия – Америка». В связи с чем СФ ФС РФ принято решение рекомендовать Правительству РФ, в том числе, утвердить перечень базовых портов на арктической трассе, включив в него морской порт Петропавловск-Камчатский в качестве опорного, рассмотреть возможность увеличения в 2015 г. в рамках реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» объема бюджетных ассигнований на реконструкцию объектов федеральной собственности, предназначенных для комплексного обслуживания судов рыбопромыслового флота в морском порту Петропавловск-Камчатский.

30 марта 2015 г. вступает в силу Федеральный закон от 29 декабря 2014 года № 473-ФЗ «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации» (далее ТОСЭР). Согласно данному Федеральному закону, «территория опережающего социально-экономического развития – часть территории субъекта Российской Федерации, на которой установлен особый правовой режим осуществления предпринимательской и иной деятельности в целях формирования благоприятных условий для привлечения инвестиций, обеспечения ускоренного социально-экономического развития и создания комфортных условий для обеспечения жизнедеятельности населения» [2]. Министерством РФ по развитию Дальнего Востока подготовлен предварительный перечень ТОСЭР, в который, помимо прочих, включена и ТОСЭР «Камчатка».

Стоимость инфраструктуры ТОСЭР «Камчатка» составит от 3030 до 5900 млн руб. Потенциальными инвесторами являются как действующие предприятия – ОАО «Петропавловск-Камчатский морской торговый порт», ОАО «Петропавловск-Камчатский судоремонтный завод», ООО «ЖБФ и Ко.», Правительство Камчатского края (часть причалов на территории ОАО «Петропавловская судовой верфь»), ЗАО «Судоремсервис», так и перспективные – ОАО «Корпорация развития Камчатского края», ОАО «Россельхозбанк» (в залоге имущество ОАО «Петропавловская судовой верфь») [3].

Проект ТОСЭР «Камчатка» включает в себя создание и реконструкцию существующей транспортной инфраструктуры (международный морской вокзал, пункты пропуска, глубоководные причалы), обеспечивающей прием зарубежных круизных судов и соответственно приток туристов. В рамках реализации проекта предусматривается создание нескольких промышленно-логистических зон портового типа: терминал сыпучих грузов, контейнерно-логистический терминал международного класса, рыбопромышленный терминал, нефтебаза на 100 000 тонн хранения нефтепродуктов и социально-деловой центр. Часть площадок будет создана на базе действующих гидротехнических сооружений и производственных площадей ОАО «Петропавловская судовой верфь» и «Жестяно-баночной фабрики». Еще ряд промышленных объектов и бизнес-зона будут расположены на базе производственных мощностей ЗАО «Петропавловск-Камчатский судоремонтный завод» в бухте Южная.

В частности, по сведениям, приведенным на сайте ОАО «Морской торговый порт», первый план предполагает масштабную реконструкцию причалов и перенос в сторону морской акватории

причального фронта за счет насыпных площадей, а также дноуглубление для приема морских судов большого водоизмещения. Второй план развития порта предполагает кроме мероприятий первого этапа еще и освоение пустующих территорий за неиспользуемым причалом № 3 [4].

Реконструкция и расширение морского порта потребует проведения колоссального объема дноуглубительных работ возле существующих и строящихся причальных стенок. Также для прохода крупнотоннажных судов подобные работы будет необходимо регулярно вести в горле б. Авачинская губа. В настоящее время в Камчатском крае имеются организации, эксплуатирующие причальные сооружения и нуждающиеся в проведении дноуглубления (например – ФГУП «Нацрыбресурсы» и ОАО «Морской торговый порт» в г. Петропавловск-Камчатский, ОАО «Северо-восточный ремонтный центр» в г. Вилючинск и другие терминалы ВМФ).

8 мая 2013 г. вступили в силу изменения в Федеральный закон «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» и «Водный кодекс Российской Федерации», регулирующие вопросы использования и захоронения грунта, извлеченного при проведении дноуглубительных работ. Захоронение извлеченного грунта запрещено:

- 1) в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и их охранных зон;
- 2) в границах рыбохозяйственных заповедных зон внутренних морских вод и территориального моря;
- 3) в случае если этот грунт содержит вредные вещества.

В соответствии со статьей 37.1 Федерального закона «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации», захоронение донного грунта во внутренних морских водах и территориальном море допускается на основании разрешения Росприроднадзора, выдаваемого по согласованию с Минобороны России, Росморречфлотом, Росрыболовством. В составе запроса на получение разрешения на захоронение грунта необходимо представить в том числе:

- характеристики донного грунта;
- характеристики района и метода захоронения донного грунта;
- программу наблюдений за районами захоронения донного грунта и состоянием морской среды в ходе захоронения донного грунта.

Существующий район сброса грунта №337, расположенный в Авачинском заливе, находится в охранной зоне памятника природы регионального значения «Остров Старичков» и не может использоваться. Возникает необходимость определения и согласования нового района захоронения грунта.

Таким образом, очевидно, для выполнения решений по развитию инфраструктуры морского транспорта в Камчатском крае, а именно – для проведения дноуглубительных работ в морском порту Петропавловск-Камчатский, уже на начальных этапах работ необходимо проведение большого объема исследований, результаты которых требуются для получения разрешительной документации. Далее в процессе работ и после их завершения требуется вести мониторинг состояния районов проведения работ по дноуглублению и захоронению донного грунта. Указанные исследования в обязательном порядке включают в себя отбор значительного количества проб донного грунта или донных отложений.

Для отбора проб донного грунта требуются соответствующие технические средства, которые выбирают исходя из целей и задач исследования. Так, при оценке поверхностного распределения загрязняющих веществ (например, нефтепродуктов) и для определения степени загрязненности дна в настоящее время пробы отбирают из поверхностного слоя донных отложений. Для этого используют дночерпатели и драги. При определении распределения веществ в толще донных отложений (например, тяжелых металлов) и при исследовании распределения загрязняющих веществ по годам пробы отбирают по слоям донных отложений, применяя стратиметры и трубки различных конструкций [5].

В Камчатском крае отбор проб донных отложений проводится, в том числе, федеральным бюджетным учреждением «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море». Так, например, в 2009 г. с участием учреждения было реализовано природоохранное мероприятие «Установление источников повышенного риска и оценка воздействия на морскую акваторию Авачинской губы в районах мест бункеровки, разработка программы благоустройства мест бункеровки с целью предупреждения ЧС(Н)», в рамках которого проводилось комплексное обследование мест бункеровки с отбором проб донного грунта. Устройства для отбора проб вы-

бирали, исходя из целей и задач исследований и состава привлекаемых к работам технических средств. Так как обследование проводилось с применением водолазных работ, то и отбор проб донных отложений производили водолазом одновременно с другими работами. Для этого водолазом использовался «Универсальный пробоотборник воды и донных отложений, арт. 12.42», производитель – фирма «Eijkelkamp», Нидерланды.

В процессе отбора проб были выявлены некоторые конструктивные недостатки указанного пробоотборника. Кроме того, водолазные работы дорогостоящи, и их применение специально для отбора проб экономически нецелесообразно. Без водолаза использовать пробоотборник не представляется возможным, т.к. его максимальная рабочая глубина не превышает 5 м. В 2011 г. во время работы в местах аварийных разливов нефтепродуктов предпринимались попытки применения устройства для отбора проб донных отложений, способного работать без привлечения водолаза. С борта катера использовалось устройство «Трубка ГОИНа ТГ-1,5», производитель – ООО «Гидрометеоприбор», г. Санкт-Петербург. Был выявлен ряд недостатков указанного устройства, что позволило, с одной стороны, сделать вывод об ограниченной возможности его применения, а с другой – сформулировать более конкретные требования к устройствам для отбора проб донных отложений.

По выявленным на практике критериям был осуществлен поиск имеющихся на рынке устройств по отбору проб донных отложений, собрана информация об их технических характеристиках, возможностях, конструкции и принципе действия.

Анализ собранной информации позволяет сделать вывод, что представленные на рынке устройства для отбора проб донных отложений обладают теми или иными недостатками, которые существенно затрудняют их использование для проведения исследований морских водных объектов. Например, устройства штангового типа, такие как трубчатые пробоотборники фирмы «Eijkelkamp», либо дночерпатель «ГР-91», не удовлетворяют требованиям по рабочей глубине. Максимальная глубина отбора проб такими устройствами не превышает 5–5,5 м, в то время как глубина в морском порту Петропавловск-Камчатский даже непосредственно возле причала составляет минимум 6–8 м, а в предполагаемом районе захоронения донного грунта за пределами бухты Авачинская губа она может превышать 100 м. Проблемой устройств трубчатого типа является отсутствие или несовершенство конструкции механизма запирания нижней части пробоотборной трубки, что часто ведет к потере образца при подъеме на поверхность. Ковшовые дночерпатели позволяют успешно решать задачи лишь в тех случаях, когда не требуется проводить отбор проб с сохранением слоев донных отложений.

Из предлагаемых устройств наиболее перспективным представляется трубчатый дночерпатель «ДТ-3», так как он, в соответствии с предоставленным производителем описанием, лишен большинства характерных недостатков и обладает достаточной универсальностью. Тем не менее фактическая пригодность дночерпателей «ДТ-3» (с комплектом дополнительных приспособлений) для отбора проб донных отложений в прикамчатских морских водах может быть проверена только на практике, что затруднено высокой стоимостью и длительными сроками изготовления этого устройства.

В процессе поиска существующих устройств для отбора проб донных отложений также встречалась информация об устройствах, которые были разработаны, изготовлены и опробованы на практике, но в серийное производство и свободную продажу не внедрены. Как правило, такие устройства изготавливаются (в том числе по индивидуальному заказу) в единичных экземплярах и используются различными научно-исследовательскими и проектными организациями для конкретных целей. Большую группу таких устройств составляют пробоотборники, предназначенные для морских инженерно-геологических изысканий. Они характеризуются большими габаритами и массой (от 150 кг), зачастую для их работы требуется электроэнергия или сжатый воздух, поэтому использоваться они могут только с борта судна, оборудованного соответствующими грузоподъемными устройствами и энергетическими системами. Применение таких тяжелых технических средств для отбора проб донных отложений в портовых акваториях нецелесообразно или затруднительно.

Для проведения экологических исследований морских водных объектов в прибрежной и портовой зоне требуются устройства небольшой массы и габаритов, способные работать с малых плавсредств и с причала. Указанным требованием соответствует пробоотборник СПРУТ-2, информация о котором представлена в учебно-методическом пособии [6]. Это устройство исполь-



зуется в научно-исследовательских и учебных целях. Пробоотборник СПРУТ-2 выгодно отличается от других подобных устройств рядом конструктивных особенностей (сегментный отсечной механизм в нижней части пробоотборника, быстросъемные пробоотборные гильзы из оргстекла, возможность использования пробоотборника как на очень мягких осадках, так и на плотных грунтах). Вместе с тем пробоотборник СПРУТ-2 выпускался в единичном или мелкосерийном производстве, поэтому он не доступен для свободного приобретения всеми заинтересованными организациями. Очевидно, что помимо разработки и испытаний устройств по отбору проб донных отложений не менее важными задачами являются их внедрение и обеспечение свободного доступа к ним.

Таким образом, при разработке предварительного проекта ТОСЭР «Камчатка» реконструкция морского порта Петропавловск-Камчатский определена как одна из важнейших задач. Реконструкция морского порта связана с большим объемом дноуглубительных работ, что обуславливает необходимость проведения большого объема исследований и мониторинга донных грунтов. Вместе с тем существующие устройства для отбора проб донных отложений и грунтов обладают различными недостатками, которые существенно усложняют их использование для исследований прибрежных и портовых районов морских водных объектов. Поэтому разработка, испытания и внедрение устройств по отбору проб донных отложений и грунтов, имеющих улучшенные характеристики по сравнению с существующими – актуальная для развития морского порта Петропавловск-Камчатский задача. При этом разрабатываемые устройства должны соответствовать следующим основным требованиям:

- 1) возможность работы на глубинах до 100 м;
- 2) способность отбирать пробы как с поверхностного слоя донных отложений, так и с сохранением послойной структуры;
- 3) способность работы на донных грунтах различного гранулометрического состава и плотности;
- 4) масса и габариты устройства должны позволять работать с малых плавсредств и с причала. Устройство должно обслуживаться одним-двумя операторами и работать без привлечения водолаза;
- 5) конструкция должна обеспечивать сохранность пробы при подъеме на поверхность;
- 6) материалы изготовления должны быть химически нейтральными, легко очищаться, обладать коррозионной стойкостью;
- 7) конструкция должна обладать достаточной простотой и невысокой стоимостью для его изготовления в серийном производстве.

Разработка, испытания и внедрение устройств по отбору проб, отвечающих указанным требованиям, позволит с высокой эффективностью проводить исследования донных отложений и грунтов в морском порту Петропавловск-Камчатский, что в итоге будет способствовать упрощению и ускорению работ по реконструкции порта и реализации решений по ускорению социально-экономического развития Камчатского края.

### Литература

1. О государственной поддержке социально-экономического развития Камчатского края: Постановление Совета Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации от 29 октября 2014 г. № 500-СФ // Собрание законодательства РФ. – 2014. – 10 ноября. – № 45. – Ст. 6204.
2. О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации: Федер. закон Рос. Федерации от 29 декабря 2014 г. № 473-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 23 декабря 2014 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 25 декабря 2012 г. // Рос. газ. – 2014. – 31 декабря. – № 299.
3. Об итогах деятельности Министерства Российской Федерации по развитию Дальнего Востока в 2013 году и первой половине 2014 года. Заседание итоговой коллегии Министерства Российской Федерации по развитию Дальнего Востока. – Владивосток, 23 июня 2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://minvostokrazvitiya.ru/upload/kollegiya-DV.pdf> (дата обращения: 30.01.2014).
4. Территория опережающего социально-экономического развития «Камчатка». Морской торговый порт Петропавловска-Камчатского – точка роста ТОСЭР «Камчатка» [Электронный ресурс]. – URL: [http://port.kamchatka.ru/about/kamchatka\\_t.shtml](http://port.kamchatka.ru/about/kamchatka_t.shtml).

5. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.

6. Бураева Е.А. Учебно-методическое пособие к курсу «Радиоэкология» для студентов физического факультета, обучающихся по специальности основного профессионального образования «Радиационная безопасность человека и окружающей среды». Лабораторный спецпрактикум (Методика пробоотбора). – Ростов/н/Д., 2007 [Электронный ресурс]. – URL: [http://sfedu.ru/www/umr.umr\\_show?p\\_startpage=2&p\\_umr\\_name=&p\\_umr\\_author=&p\\_umrc\\_id=&p\\_umr\\_id=&p\\_per\\_id=5827](http://sfedu.ru/www/umr.umr_show?p_startpage=2&p_umr_name=&p_umr_author=&p_umrc_id=&p_umr_id=&p_per_id=5827).

УДК 639.228(265.53)

**Н.Л. Асеева, А.В. Левицкая**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр»,  
Владивосток, 690091  
e-mail: aseeva\_n@hotmail.com*

### **ДИНАМИКА ПРОМЫСЛА ЧЕРНОГО ПАЛТУСА В ОХОТСКОМ МОРЕ**

Рассмотрены изменения промысла черного палтуса за последние 30 лет в Охотском море. Приведены данные о динамике запасов черного палтуса. На сегодняшний день состояние популяции оценивается как удовлетворительное с тенденцией к восстановлению запасов.

**Ключевые слова:** черный палтус, динамика запаса, промысел, Охотское море.

**N.L. Aseeva<sup>1</sup>, A.V. Levitskaya<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Pacific Fisheries Research Center (TINRO)  
Vladivostok, 690091  
e-mail: aseeva\_n@hotmail.com*

### **DYNAMICS OF GREENLAND HALIBUT FISHERY IN THE OKHOTSK SEA**

Changes of the Greenland halibut landings in the Okhotsk Sea for the last three decades were analyzed. Data on its stock dynamics were presented. Modern state of the main halibut population was evaluated as satisfactory with a tendency to restoration.

**Key words:** Greenland halibut, stock dynamics, fishery, the Okhotsk Sea.

Черный палтус заселяет практически весь склон и шельф Охотского моря с глубинами от 50–75 до 1500–1600 м, составляя значительную часть ихтиоценов материкового склона. Этот вид является одним из основных объектов глубоководного промысла в Охотском море. Черный палтус является долгоживущим видом, при перелове для восстановления его запасов требуется длительное время. Поэтому меры по управлению промыслом должны быть направлены на избежание возможного перелова.

Промысел черного палтуса в Охотском море начался в 1976 г. после введения 200-мильных экономических зон, и с тех пор здесь добывается 70–98% от общего объема вылова черного палтуса в водах России. При этом годовой вылов менялся в большом диапазоне: от 0,5 до 20–21 тыс. т. Столь резкие изменения показателей промысла обусловлены как изменениями запасов, так и экономическими и организационными причинами.

Флуктуации запасов черного палтуса происходят по-разному в разных районах Охотского моря, что, по-видимому, связано с его популяционной организацией, относительно которой в настоящее время единого мнения нет. Согласно одной гипотезе в пределах моря обитает единая

суперпопуляция, разделенная на две группировки субпопуляционного ранга – восточно-сахалинскую и западно-камчатскую [1, 2]. Западно-Камчатская субпопуляция более многочисленна, сложно организована, и в основном она определяет состояние запасов черного палтуса в Охотском море. Пространственно она заселяет три промысловых подзоны Охотского моря: Камчатско-Курильскую, Западно-Камчатскую и Северо-Охотоморскую. Восточно-Сахалинская субпопуляция заселяет подзону с аналогичным названием. Ее биомасса складывается из особей местного происхождения и западно-камчатского палтуса, занесенного сюда на ранних стадиях развития в виде личинок и мальков или подошедших на нагул рекрутов из северных и северо-восточных районов моря. Ю.П. Дьяковым первоначально в Охотском море выделялось несколько самостоятельных популяций [3, 4].

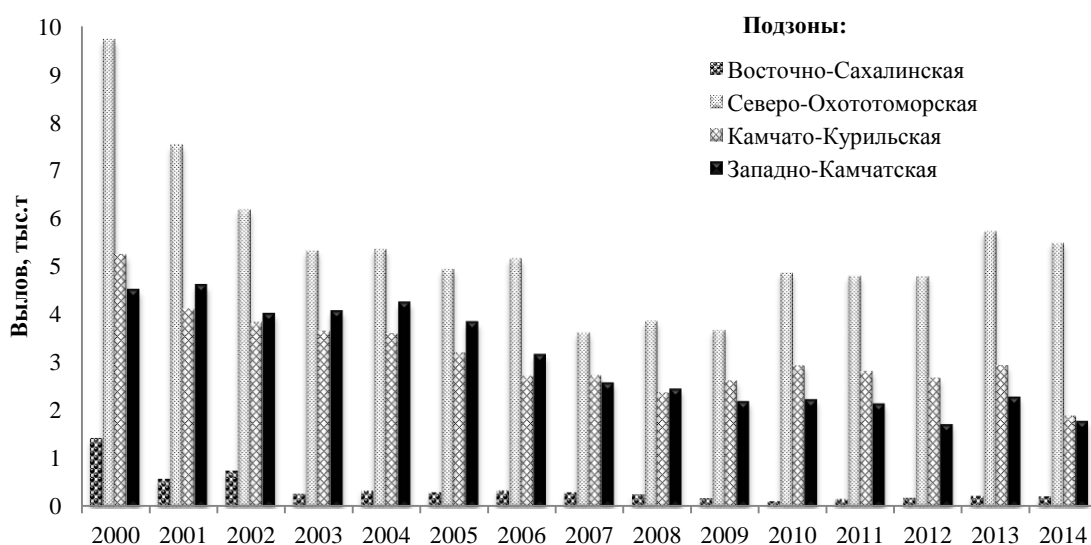
Целью данной работы является оценка современного состояния запасов черного палтуса в Охотском море.

В работе использована промысловая статистика за 1976–2014 гг. по траловому, ярусному и сетному промыслу у побережья западной Камчатки, в северной части Охотского моря и у юго-восточного побережья о. Сахалин. Данные о биомассе и численности черного палтуса получены в ходе учетных донных съемок, выполнявшихся ТИНРО в период с 1977 по 2013 гг.

После открытия промысел черного палтуса в Охотском море в 1976 г. по 1992 г. промысел палтуса велся только тралами, поэтому облавливались скопления в основном у юго-западной Камчатки. В труднодоступных районах (впадина ТИНРО, о. Сахалин и пр.) запасы не осваивались из-за сложности грунта. Годовые уловы быстро выросли до величин свыше 17 тыс. т во второй половине 1970-х – первой половине 1980-х гг., а затем снижались.

В последние десятилетия промысел осваивает новые орудия лова и расширяется в направлении северной части Охотского моря. В 1990-х гг. уловы, о которых можно судить по данным промысловой статистики, резко снизились по экономическим причинам, но не исключено, что в начале 1990-х гг. процветал браконьерский промысел черного палтуса. Со второй половины 1990-х гг. учет вылова палтуса начал постепенно налаживаться, данные статистики стали лучше отражать реальные результаты работы рыбаков, хотя даже при налажившемся в последние годы учете данные официальной статистики и реальный вылов могут значительно расходиться. К 2000 г. годовой вылов достиг максимума – 23 тыс. т., но в последующие годы несколько снизился и менялся в пределах 8,8–16,9 тыс. т, в 2010–2014 г. – около 10 тыс. т (рисунок). Особенно снизился вылов в Восточно-Сахалинской подзоне, где в последние годы вылов едва превышает 0,2 тыс. т.

В последние годы специализированный промысел палтуса ведется в основном восточнее 150° в.д., в трех подзонах – Северо-Охотоморской, Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской, составляющих по всей видимости ареал Западно-Камчатской субпопуляции.



Динамика вылова черного палтуса в Охотском море в 2000–2014 гг.

На протяжении периода промысла биомасса черного палтуса в Охотском море изменялась в пределах от 240 до 360 тыс. т (по некоторым оценкам – до 450 тыс.т). Наиболее высоким ее уровень был отмечен во второй половине 1980-х – первой половине 1990-х гг., а затем запас постепенно снижался (табл.). По данным последних учетных съемок 2013 г., промысловый запас черного палтуса в Охотском море оценен довольно высокой величиной – в 206 тыс. т, полностью учтенной в пределах западно-камчатской субпопуляции, – в Северо-Охотоморской, Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской промысловых подзонах.

Существует мнение, что значительное снижение запасов черного палтуса в 2000-е годы может быть связано не только с переловом, но и с естественной динамикой численности популяции – с неурожайными поколениями конца 1980-х – 1990-х гг., что совпало с интенсификацией промысла.

Следует также отметить, что к снижению уловов палтуса может быть вызвано также косатками, объедающими крючки и сети во время выборки. По подсчетам наблюдателей [5, 6] в последние годы при сетном промысле не менее 37% палтуса теряется по этой причине. Без сомнения, это слишком большая величина, для того чтобы ею пренебрегать, поэтому в последние годы потери палтуса из-за косаток учитываются при определении ОДУ.

Таблица

Биомасса и численность черного палтуса в Охотском море, по данным учетных съемок

Год	Подзона									
	Северо-Охотоморская		Западно-Камчатская		Камчатско-Курильская		Восточно-Сахалинская		Всего	
	Био-масса	Численность	Био-масса	Численность	Био-масса	Численность	Био-масса	Численность	Био-масса	Численность
1977–78	49,0	23,5	48,6	44,2	79,2	24,0	27,5	8,8	204,3	100,5
1985–86	86,4	65,4	86,3	76,1	86,5	35,8	–	–	259,2	177,3
1986–87	83,5	48,8	81,5	47,7	92,8	32,2	72,5	46,2	330,3	174,9
1989	67,0	33,0	65,2	37,1	89,7	30,3	67,5	25,5	289,4	125,9
1997	61,1	62,2	85,9	68,3	–	–	18,5	16,4	225,5	146,9
2000	45,0	41,4	54,2	–	50,5	–	6,0	7,0	155,7	
2009	131,5	67,2	–	–	–	–	6,14	3,72		
2010	161,8	53,0	38,55	16,5	49,1	16,6	–	–	255,6	89,8
2013	123,75	40,75	50,47	19,53	31,85	11,10	–	–	206,07	71,02

Промыслом эксплуатируется преимущественно западно-камчатская популяция (субпопуляция) черного палтуса.

1. Динамика промысла черного палтуса соответствует изменениям состояния запасов этого вида.

2. Современное состояние западно-камчатской популяции (субпопуляции) черного палтуса оценивается как удовлетворительное, с тенденцией к восстановлению, при этом основная часть запаса распределяется в Северо-Охотоморской подзоне, что обеспечивает наилучшие промысловые показатели в этой подзоне.

3. Современное состояние восточно-сахалинской популяции (субпопуляции) оценивается как неудовлетворительное, хотя снижение запаса прекратилось, восстановление его идет крайне медленно. Возможностей для возобновления промысла черного палтуса в Восточно-Сахалинской подзоне в настоящее время нет.

### Литература

1. *Николенко Л. П.* Биология и промысел черного палтуса Охотского моря: Автореф. дис...канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО, 1998. – 22 с.
2. *Николенко Л.Н., Катугин О.Н.* Генетическая дифференциация черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в Охотском море и сопредельных водах // Изв. ТИНРО. – 1998. – Т. 124. – С. 251–270.
3. *Дьяков Ю.П.* Популяционная структура черного палтуса северной части Тихого океана. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО, 1985. – 22 с.
4. *Дьяков Ю.П.* Камбалообразные дальневосточных морей России. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 430 с.

5. Семенов Ю.К., Смирнов А.А. О негативном влиянии косаток (*Orcinus orca*) на промысел черного палтуса в Охотском море // Сб. научных трудов Магаданского НИИ рыб. хозяйства и океанографии. – Вып. 2. – 2004. – С. 400–408.

6. Николенко Л. П. Сверхстатистические потери палтусов и крабов при глубоководном сетном и ярусном промысле в Охотском море // Вопросы рыболовства. – № 11. – 2010. – С. 21–32.

УДК 631.23:681.536.5

**И.С. Билан, С.Ю.Труднев**

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

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ  
ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ПАРНИКАХ (ТЕПЛИЦАХ)  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА**

В статье рассматриваются проблема автоматизации сельскохозяйственного комплекса и варианты автоматизации процесса вентилирования помещений (теплиц).

**Ключевые слова:** микроконтроллер, датчик тепла, сельское хозяйство, теплица, система автоматического проветривания, двигатель.

**I.S. Bilan, S.U. Ttrudnev**

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

**THE DEVELOPMENT OF AUTOMATIC MODE TEMPERATURE DEVICE  
FOR GREENHOUSES WITH MICROCONTROLLER**

The problem of agricultural sector automation and variants of greenhouses ventilation automation are analyzed in the article.

**Key words:** microcontroller, heat detector, agriculture, greenhouse, automatic ventilation system, engine.

Материал посвящен разработке устройства автоматического вентилирования помещения (теплицы, дачных домов) с применением современных микроконтроллеров. Представлены функциональные схемы, а также дано подробное их описание. Обоснованы основные преимущества предлагаемого устройства перед аналогами.

В настоящее время в связи с обострившейся международной ситуацией большое внимание уделяется отечественному сельскому хозяйству. Но в современном мире без модернизации и автоматизации производства нельзя добиться положительных результатов и пробиться на рынок. Именно для этого в данное время из бюджета выделяются большие средства. Большие компании могут позволить себе заказывать дорогое импортное оборудование. А компании поменьше вынуждены брать кредиты или работать старыми методами. В нашем регионе, Камчатском крае, возможно только тепличное сельское хозяйство, а его модернизация еще более сложная и дорогая. На рынке есть некоторые компании, занимающиеся автоматизацией сельскохозяйственных предприятий. Но они слишком завышают цены и не работают с тепличными хозяйствами.

Согласно последним официальным данным Правительства РФ реализуется федеральная программа импортозамещения. По ней сельскохозяйственные предприятия будут получать сред-



Рис. 1. Автоматизированная теплица

ства на автоматизацию и средства, способствующие повышению урожайности. Вопрос остается только в том, где взять системы отечественных производителей, способные решить эти задачи.

Решением этой проблемы может стать создание системы, позволяющей автоматизировать теплицу и весь дачный участок за относительно небольшие деньги, с высокой степенью автоматизации и простотой в установке [1].

Система состоит из:

- 1) микроконтроллера;
- 2) датчиков тепла;
- 3) шагового двигателя;
- 4) в зависимости от способа питания добавляются

или аккумулятор, или понижающий трансформатор.

Система работает следующим образом: от датчика температуры сигнал поступает в микроконтроллер, с микроконтроллера подается сигнал на включение двигателя, который осуществляет поднятие или открытие рамы, и происходит проветривание помещения. В случае отказа система есть возможность осуществить открытие в ручном режиме. Также система будет усовершенствоваться: в разработке программа, позволяющая следить за работой всех автоматических систем с компьютера [2].

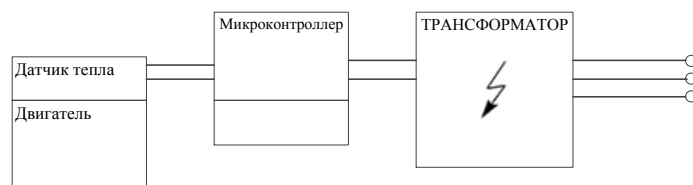


Рис. 2. Питание с сети

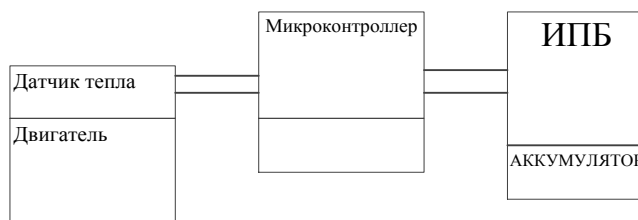


Рис. 3. Питание с аккумулятора

Данная система имеет ряд существенных преимуществ перед другими системами:

- простота установки;
- высокая ремонтпригодность;
- надежность;
- возможность усовершенствования уже выстроенных строений;
- универсальность;
- автономность.

Система найдет свое применение в тепличном хозяйстве поселка «Термальный», у владельцев загородных домов и садово-огородных товариществах за счет своей простоты и относительно низкой стоимости.

### Литература

1. Справочник по электрическим машинам: В 2т. Т. 2 / Под общ. ред. И.П. Копылова, Б.К. Клокова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 688с.
2. Автоматизированный электропривод / Под общ. ред. Н.Ф. Ильинского, М.Г. Юнькова. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 544 с.

УДК 658:504

**А.В. Веретёхин**

*Институт информационно-полиграфических технологий,  
Симферополь, Республика Крым, 295493  
v\_a\_v\_crimea@mail.ru*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В работе рассмотрены основные экологические аспекты и факторы влияния промышленного предприятия на окружающую среду, качество жизни и здоровье человека. На примере печатных и целлюлозно-бумажных производств намечены пути снижения ущерба на основе эколого-ориентированного управления предприятиями отраслевого кластера.

**Ключевые слова:** экология, эколого-экономическая безопасность, отрасль печати, окружающая среда.

**A.V. Veretyokhin**

*Institute of Information and printing technologies,  
Simferopol, Republic of Crimea, 295011  
v\_a\_v\_crimea@mail.ru*

## **ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ECONOMIC SECURITY OF INDUSTRIAL ENTERPRISE**

The article describes the main ecological aspects and factors of the industrial enterprise influence on environment, quality of life and human health. On the example of the printing and paper and pulp industries the ways to reduce the damages are determined on the basis of the environmentally oriented business management for the industry cluster.

**Key words:** ecology, ecological and economic security, printing industry, environment.

В современных условиях реиндустриализации народного хозяйства промышленный менеджмент вынужден учитывать эволюцию новых вызовов и первоочередных рисков экономической безопасности. С каждым годом возрастает значимость экологической составляющей управления, поскольку истощение природных ресурсов и негативные изменения окружающей среды (ОС) в долгосрочной перспективе ставят под угрозу деятельность бизнеса. Необдуманная промышленная политика провоцирует нарушение природного баланса и несет опасность самому существованию экосистем. Инвестирование в подобные проекты влечет убытки, сопоставимые с доходами, а иногда и превышающие экономический эффект [1]. В такой ситуации необходимо крайне осмотрительно подходить к развитию и реновациям производств.

В связи с этим все отчетливее намечается изменение перспективного мышления руководителей производственного сектора экономики. В глобальных масштабах подвергаются ревизии приоритеты стратегического планирования. Большое значение экологических аспектов деятельности промышленного предприятия, а следовательно, и ответственно-паритетное взаимодействие со средой обитания воспринимаются как объективная осознанная необходимость [2, с. 97].

Вопросы экономической безопасности промышленных предприятий рассматривали в своих работах такие ученые, как С.Н. Блинникова, И.Я. Богданов, В.А. Богомолов, А. В. Возженков, Е.Д. Кормишкин, А. Ю. Кравчук, М.Е. Листопад, Г.А. Минаев, Е. А. Олейников, В. К.Сенчагов и другие. Труды В.В. Артюхова, И.С. Белик, Ю.Е. Бобарыкиной, Н.Е. Булетовой, А.С. Карелова, Е.В. Котляровой, А.С. Мартынова, В.В. Сабадаш, Н.Н. Скитер, Е.Ю. Труновой, Е.В. Хлобыстова посвящены экологической, эколого-экономической безопасности и эффективности предприятий, регионов и государства в целом.

Исследованием экологических управленческих подходов в различных отраслях народного хозяйства занимались Т.Е. Алиева, Е.Е. Белоусова, А.Г. Дедов, О.Г. Лаптева, О.П. Лыков, С.В. Маркин, А.Ю. Недре. Большинство научных работ в этой сфере основаны на систематизации экологических факторов в добывающей промышленности и нефтегазовом комплексе. Системный подход к практическому экологическому управлению применен в исследованиях С.Ю. Дайман, Е.А. Заика, Т.В. Островкова, Т.В. Сокорнова. В них внимание сконцентрировано на универсализации и обобщении показателей.

Некоторые аспекты согласования экономической, инвестиционной, хозяйственной и природоохранной деятельности в отраслевом кластере печати затрагивали в своих исследованиях И.К. Муруева, Т.И. Шишелова, А.А. Щербаков, А.С. Янулевич. В этих работах основное внимание акцентировалось на конкретной проблематике Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Вследствие чего факторы не рассматривались комплексно и не получили всестороннего освещения.

Целью данного исследования является формулирование и систематизация экологических аспектов экономической безопасности на примере предприятия отраслевого кластера печати. В статье рассмотрены конкретные факторы взаимного воздействия этих производств и ОС. С учетом экономической целесообразности намечены пути минимизации негативного влияния предприятий на внешнее окружение и здоровье человека.

Реализация модели экологического управления подразумевает кодификацию приоритетных аспектов, что сопряжено с их ранжированием по экологической, экономической и общественной значимости. Кроме того необходимо учесть техническую реализуемость и возможность регулируемости [3]. В каждой отрасли народного хозяйства существуют свои особенности и уникальные факторы взаимодействия с внешней средой. Многие экологические аспекты промышленной деятельности универсальны. Однако корректная систематизация и распределение главенства показателей возможны только в привязке к конкретному виду деятельности. Рассмотрим формулировку и группировку аспектов и факторов на примере предприятий отрасли печати. Этот отраслевой кластер включает в себя учреждения издательско-полиграфического направления и целлюлозно-бумажные комплексы. В нынешних реалиях большинство производств, занятых непосредственно печатью, традиционно считаются не несущими серьезных экологических угроз. Это связано с достаточно современными технологиями и, как следствие, относительно невысоким негативным воздействием на окружение. Однако специфика продукции подразумевает использование больших объемов сырья. Несмотря на совершенствование производственных процессов, пока не представляется возможным полностью отказаться от трудноперерабатываемых и токсичных материалов.

Целлюлозно-бумажные предприятия более опасны, что связано со значительным энергопотреблением – 4-е место по промышленности. Кроме расходования невозполняемых природных ресурсов это приводит к большим тепловым выбросам и загрязнению атмосферы.

Одним из самых актуальных моментов изготовления целлюлозы и бумаги было и остается значительное водопотребление и массивированный сброс сточных вод, приводящие порой к тяжелым последствиям для эндемичных экосистем. Например, в среде специалистов высказывалось мнение, что экологический ущерб, нанесенный Байкальским ЦБК, вполне сопоставим с экономическим эффектом его деятельности [4].

Существенный урон ОС наносит также большое потребление печатной отрасли древесины. Объемы использования некоторых ее сортов превосходят возможности естественного самовозобновления. То есть основное сырье можно лишь условно назвать возобновляемым природным ресурсом.

Исходя из вышесказанного, определение основных моментов влияния печатных производств на экологию – достаточно масштабная задача, что связано с разнообразием и сложностью технологических процессов. При первичной оценке и разработке эколого-экономической парадигмы имеет смысл вычлнить и уделить особое внимание первостепенным. Относительность понятия важности предопределяет высокую долю субъективизма при оценке значимости критериев. Тем не менее в каждом конкретном случае необходимо исходить из стратегической целесообразности, особенностей природного окружения, рода деятельности предприятия; учитывать возможность нештатных ситуаций, технологических остановов и перезапусков [5]. При необходимости наиболее весомые экологические аспекты могут быть разделены на оказывающие прямое либо



косвенное воздействие на ОС. В данном случае такое разграничение вполне оправданно. Основная продукция печатных предприятий – бумажные и полимерные носители информации, этикетка, упаковка и т.д. С ежегодным ростом объемов этих фабрикатов связана проблема их последующей утилизации и переработки. Это обстоятельство относят к аспектам непрямого (косвенного) действия, что не умаляет его актуальности.

Упорядочение важнейших аспектов в комплексе с конкретизацией основных факторов позволяет наметить пути и выработать рекомендации по снижению финансовых потерь и экологического ущерба. Сведенные данные представлены в таблице.

Таблица

**Основные экологические аспекты деятельности предприятий отраслевого кластера печатной промышленности**

Аспекты природоохранной деятельности	Факторы воздействия на окружающую среду, здоровье персонала и населения	Направления минимизации ущерба
1	2	3
<b>ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ</b>		
Химическое загрязнение ОС	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, испарения химикатов (в первую очередь растворителей) снижают показатели экологической безопасности, негативно влияют на качество жизни населения. Сбросы сточных вод повышают концентрацию загрязняющих веществ в поверхностных водоемах, подземных водах и горизонтах. Использование специфических расходных материалов (лаков, красок) влечет накопление трудноудаляемых отложений ядовитых веществ.	Интенсивная природоохранная деятельность на предприятиях печатной промышленности. Обустройство систем очистки воздуха и воды. Совершенствование устройств переработки и рекуперации для повторного использования в технологическом процессе. Замена морально устаревших расходных материалов на безопасные.
Механическое загрязнение ОС	Бумажная пыль, твердые отходы относительно безвредных сыпучих материалов влекут за собой загрязнение прилегающих территорий, воздуха, грунтовых вод; могут вызывать аллергические реакции у людей и животных	Применение современных систем вентиляции с интеграцией пыле-, грязеулавливателей. Постоянное повышение культуры производства. Организация мероприятий по сбору и складированию отходов
Утилизация производственных отходов, оснащения, оборудования	Образование твердых, жидких и газообразных отходов, в том числе и не подлежащих безопасной переработке, влечет за собой существенные материальные затраты и ущерб экосистеме. Утилизация отслужившего оборудования и оснастки связана с необходимостью очистки от вредных химических загрязнений; в некоторых видах устаревшего оснащения содержатся опасные тяжелые металлы (свинец)	Применение более совершенных технологий производства и утилизации. Отказ от вредных основных и расходных материалов в пользу экологически безопасных. Сокращение количества отходов за счет рекуперации материалов.
Нарушение земель, трансформация ландшафтов и загрязнение почв; климатическое воздействие	Масштабное капитальное строительство приводит к образованию новых форм рельефа, что может повлечь изменения локальной «розы ветров». Деятельность производства обуславливает использование земель под складирование и захоронение отходов. Отрицательное результирующее влияние: загрязнение, захламливание земель отходами; деформация земной поверхности; нештатные ситуации с экологическими последствиями.	Совершенствование законодательной базы в сфере землепользования. Использование современных технологий строительства на новых объектах, реконструкция существующих предприятий, с учетом требований безопасности, в том числе и целесообразной ориентации зданий для оптимизации режима движения воздушных масс. Рекультивация земель в промышленных зонах и местах захоронения вредных отходов
Использование энергоресурсов, в т.ч. невозобновляемых	Масштабное (4-е место в промышленности), зачастую нерациональное, использование топливно-энергетических ресурсов печатной отраслью ускоряет истощение недр. Массированные тепловые выбросы в атмосферу усиливают негативный эффект от индустриальной деятельности	Модернизация производств и совершенствование технологий, направленные на снижение энергопотребления. Использование возобновляемых энергоресурсов, в т.ч. энергии ветра

1	2	3
Переработка больших объемов сырья и материалов; водопотребление	Производство бумаги, расход запечатываемого материала (бумага, полимеры) сопряжены с интенсивным использованием условно-возобновляемых природных ресурсов (древесина) и химического сырья на основе ископаемых углеводородов. Расходование пресной воды в технологических целях, зачастую неоправданно завышенное. Существенные потери сырьевых компонентов и материалов в технологических процессах. Кумулятивный фактор: истощение природных ресурсов	Оптимизации расходования сырья за счет снижения технологических отходов и рекуперации расходных материалов. Использование биополимеров на основе растительного сырья. Сокращение расходования воды для производственных нужд, очистка и вторичное ее использование
Непосредственное влияние производственных процессов на персонал и население	Производственные шумы, вибрация, испарения, техническая пыль создают физический дискомфорт, нервное напряжение и расстройства, могут вызывать различные заболевания	Использование современного оборудования, инновационных технологий, защитных средств. Применение замкнутых производственных циклов. Рециклинг жидких и летучих химикатов. Создание комфортного микроклимата в помещениях. Обустройство буферных санитарных зон предприятий.
<b>КОСВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ</b>		
Последующая переработка и утилизация произведенной продукции	До 65% полиграфической продукции не является товаром длительного пользования (упаковка, этикетка, одноразовая тара и емкости, рекламные и информационные материалы). Запечатываемый материал составляет свыше 90% от общей массы печатной продукции [6]. Вследствие вышеперечисленного, бытовые отходы почти наполовину состоят из макулатуры и упаковочных пластиков. Некоторые полиграфические фабрикаты трудно-перерабатываемы из-за высокого содержания связующих веществ (клеи) и/или небезопасных химикатов (краски, лаки). Трудности с сортировкой бытовых отходов и вычленением бумажного и пластикового вторсырья	Внедрение биоразлагаемых пластиков и сортов бумаги, сверхтонкой упаковки, печать безопасными красками позволяют снизить безвозвратную утилизацию и вторично использовать либо употреблять отходы в качестве удобрений без существенных материальных затрат. Применение при переработке измельчителей и пакетировочных прессов снижает объемы захоронений, экологические и транспортные издержки. Введение раздельного сбора бытового мусора минимизирует необратимые потери макулатуры и полимеров
Организация и эффективность экологического управления предприятием	Специфика энергетической и сырьевой составляющих, высокие объемы выпускаемой продукции в печатной отрасли оказывают существенное влияние на устойчивость близлежащих экосистем. Разнообразие видов продукции, сложность технологических процессов в полиграфии и целлюлозно-бумажных производствах создают определенные сложности с идентификацией наиболее важных в каждом конкретном случае экологических аспектов, факторов и угроз. Без выработки природоохранной политики в современных условиях невозможно построение действенной эффективной модели управления предприятием в целом	Подбор и обучение персонала с учетом компетентности в вопросах охраны ОС. Повышение культуры производства в целом. Обеспечение мониторинга и максимальной достоверности данных о воздействии предприятия на ОС. Организация анализа, целеполагания, планирования, внедрения, контроля и корректировки экологической политики предприятия
Общественные интересы, экономическая целесообразность и социальная ответственность	Фактор природоохранных, социальных и экономических противоречий, в современных условиях, не может рассматриваться исходя лишь из локальных краткосрочных интересов	Целенаправленная законодательная и общественная работа, сосредоточенная на формировании нового постиндустриального общественного сознания, основанного на глобальных стратегических резонах

На фоне перманентно изменяющихся условий деятельности трансформируется отношение субъектов печатной промышленности к эколого-экономическим проблемам. В связи с этим необходимо внедрять систематизированный подход к управлению экологической безопасностью предприятий.

Формирование экологической политики промышленного предприятия должно базироваться на поэтапной идентификации показателей взаимодействия с ОС. Для производств печатной от-

расли при первичной систематизации необходимо определить факторы, характер и степень воздействия на окружение, уровень значимости для предприятия и внешней среды выделенных экологических аспектов.

На основании оценки причинно-следственных связей эколого-экономических аспектов и факторов вырабатываются рекомендации по минимизации угроз природе и экономических убытков. Проведение углубленного анализа необходимо использовать в разработке парадигмы управления современным промышленным предприятием.

### Литература

1. Муруева И. К. Оценка эффективности инвестиционных проектов с учетом экологического фактора // Молодой ученый. – 2012. – № 3. – С. 176–179.
2. Cooper K. Lean Printing: Cultural Imperatives for Success / Kevin Cooper. – Sewickley, PA: Printing Industries, 2010. – 148 p.
3. Маркин С.В. Экологическое обоснование и стратегия природоохранной деятельности в нефтегазовом комплексе / С.В. Маркин, Е.Е. Белоусова, О.П. Лыков, А.Ю. Недре, А.Г. Дедов // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2010. – № 3/260 – С. 116–124.
4. Шишелова Т.И., Щербаков А.А., Янулевич А.С. Влияние БЦБК на Байкал // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 10. – С. 63–64.
5. ГОСТ Р ИСО 14004–2007. Системы экологического менеджмента. Общее руководство по принципам, системам и методам обеспечения функционирования. – М.: Стандартинформ, 2009. – 36 с.
6. Макаров А. Экологический вызов и полиграфия // Курсив. – 2013. – № 4 – С. 2–6.

УДК 621.311:629.5

**Д.В. Красницкий, С.Ю. Труднев**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: d.krasnickiy.pk@mail.ru*

### РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Статья посвящена вопросам улучшения качества электрической энергии на судах. Рассмотрены требования к качеству электрической энергии на судах в России и в других государствах. Разработана схема устройства для повышения качества электрической энергии, и объяснен принцип его работы. Выявлен прототип устройства, и дана его характеристика.

**Ключевые слова:** источник, регистр, инвертор, ионистор, нагрузка.

**D.V. Krasnitskiy, S.U. Trudnev**

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

### DEVELOPMENT OF DEVICES TO IMPROVE ELECTRIC ENERGY QUALITY

The article is dedicated to improving the quality of electricity on ships. The requirements to the quality of electric power on ships in Russia and in other states were analyzed. The scheme of the device to improve the quality of electricity was developed and explained. The device prototype with its characteristics was presented.

**Key words:** source, register, inverter, ionistor, load.

В наше время источники судовой электрической энергии все больше и больше претерпевают модернизации и усовершенствования, но на многих судах все также остается старое электрооборудование. Вследствие этого на старых судах возникают различные проблемы, такие как перепады напряжения, отклонения частоты сети и прочие. Важнейшие и необходимые приборы работают с перебоями или же совсем выходят из строя [1].

При рассмотрении регистров качества электрической энергии на судах в России и в некоторых других государствах (табл.) видно, что требования к качеству электроэнергии в России более мягкие, нежели в остальных странах, поэтому импортное современное электрооборудование часто выключается автоматикой.

Таблица

Требования к качеству электроэнергии на судах различных стран

Классификационное общество	Точность поддержания напряжения	Частота питающей сети
Регистр России	$\pm 2,5\%$	$\pm 10\%$
Английский Ллойд	$\pm 2,5\%$	$\pm 5\%$
Американское бюро судоходства	$\pm 4\%$	$\pm 7\%$
Норвежское бюро Веритас	$\pm 2,5\%$	$\pm 5\%$
Французское бюро Веритас	$\pm 2,5\%$	$\pm 5\%$
Японское классификационное общество	$\pm 1,5\%$	$\pm 4\%$
МЭК (Международная электротехническая комиссия)	$\pm 2,5\%$	$\pm 5\%$
Достигнутые наиболее высокие результаты эксплуатации	$\pm 1\%$	$\pm 3\%$

Возникает вопрос: Что препятствует установке современных импортных источников электроэнергии? А препятствует этому трудоемкость процесса, а также необходимость в высокой финансовой обеспеченности.

Вследствие вышесказанного предлагается вариант решения данной проблемы (рис. 1).

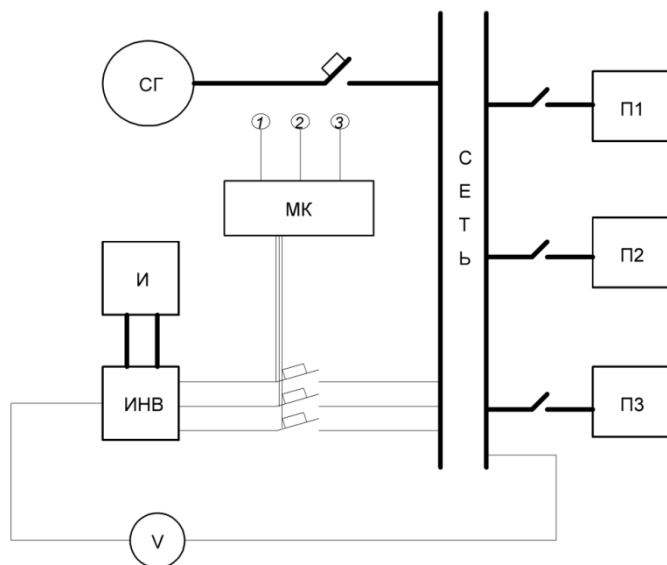


Рис. 1. Параллельная работа источника с сетью:

СГ – синхронный генератор, МК – микроконтроллер, И – ионистор, ИНВ – инвертор, П1, П2, П3 – потребители (нагрузка), 1, 2, 3 – датчики, подключаемые к микроконтроллеру

В сеть через инвертор подключен источник высокой удельной мощности, который разом выдает свою энергию в сеть, тем самым компенсируя перепады. За работой ионистора следит микроконтроллер, к которому подключены различные датчики. То есть при включении мощной нагрузки датчики посылают сигнал микроконтроллеру, который замыкает цепь, идущую от инвертора, и энергия ионистора попадает в главную сеть, тем самым подпитывает ее.

Был выявлен прототип: Способ синхронизации статического преобразователя частоты и источника переменного тока [2].

Структурная схема (рис. 2) состоит из статического преобразователя частоты 1 и источника переменного тока 2. Статический преобразователь частоты 1 включает задающий генератор 3, фазовый детектор 4, интегратор 5, преобразователь постоянного напряжения в переменное 6, систему импульсно-фазового управления 7, первичный источник электрической энергии 8, силовую часть статического преобразователя частоты 9, состоящую из силовых ключей: тиристоров или транзисторов, выходной силовой фильтр 10, сумматор 11. Общими элементами схемы являются устройство синфазной работы 12, нагрузка 13 и контактор параллельной работы 14.

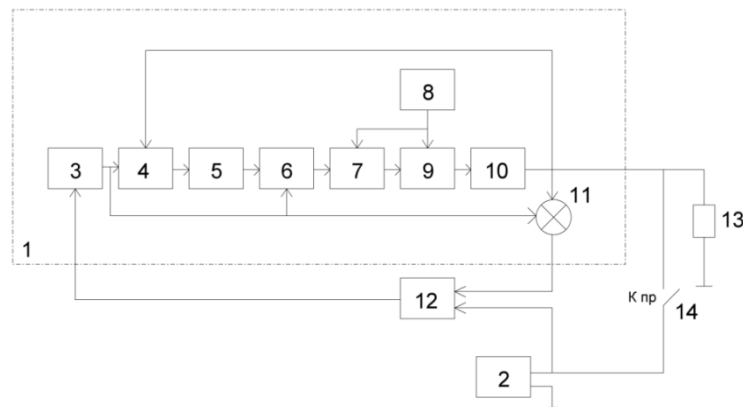


Рис. 2. Способ синхронизации статического преобразователя частоты и источника переменного тока

Прототип предлагаемого устройства имеет ряд недостатков, таких как отсутствие мгновенного запуска в параллель (невозможность использования в «горячем режиме»), сложность конструкции, высокая стоимость реализации.

Таким образом, предлагаемое устройство, имеющее несложную конструкцию, повышает качество электрической энергии, компенсируя колебания частоты и напряжения электрического тока, а также экономит электрическую энергию, что немаловажно в нестабильной на сегодняшний день экономической обстановке.

### Литература

1. Труднев С.Ю. Разработка и исследование модели устройства активной защиты генераторного агрегата от кратковременных перегрузок // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – СПб., 2014. – № 2. – С. 23–31.
2. Способ синхронизации статического преобразователя частоты и источника переменного тока: пат. 2016462 Рос. Федерация № 4923591/07 заявл. 01.04.1992; опубл. 15.07.1994.

УДК 631.347:681.5

**А.В. Крылевский, С.Ю. Труднев**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: lefka.krilevski@gmail.ru*

### РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЛИВА ДАЧНОГО УЧАСТКА

Материал посвящен разработке системы автоматизации полива дачного участка. Представлена блок-схема, а также дано подробное ее описание. Обоснованы основные преимущества предлагаемого устройства.

**Ключевые слова:** электропривод, система управления, автополив, микроконтроллер.

A.V. Krylevskiy, S.U. Trudnev

Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatskiy, 683003  
e-mail: lefka.krylevski@gmail.ru

## DEVELOPMENT OF AUTOMATION IRRIGATION SYSTEMS FOR SUBURBAN AREA

The article is devoted to the development of automation irrigation system for suburban area. The block diagram and its detailed description were given. The main advantages of the proposed device were presented.

**Key words:** the drive, control system, automatic irrigation system, microcontroller.

На сегодняшний день уделяется большое внимание проблеме импортозамещения. Одним из вариантов решения этой проблемы является автоматизация процесса. Автоматизация помогает устранить многие проблемы, такие как:

- 1) сокращение затрат, так как нет необходимости в большом количестве наемных рабочих, достаточно иметь человека, следящего за системой, и несколько наемных рабочих для работы над тем, на что система не рассчитана (удаление сорняков, подвязывание растений, окучивание);
- 2) большее количество возможного урожая;
- 3) лучшее качество возможного урожая;
- 4) возможность получать данные о состоянии участка, такие как температура, влажность и т.п.;
- 5) и некоторые другие проблемы.

Так как можно задавать системе оптимальные условия для выращивания продукции.

В данном материале предлагается автоматизировать «систему полива дачного участка».

Существует множество способов доставить воду к растениям (ведра, шланг, подключенный к крану, разбрызгиватель и т.д.), но все эти методы сказываются как положительно, так и отрицательно. Риска недостаточного или избыточного полива, а также появления сорняков можно избежать. Система, которая настроена на оптимальные условия, способствует этому. Предлагается следующий алгоритм автоматизации, включающий две блок-схемы. В первой вода поступает из водопровода рис. 1, а во второй из колодца рис. 2.

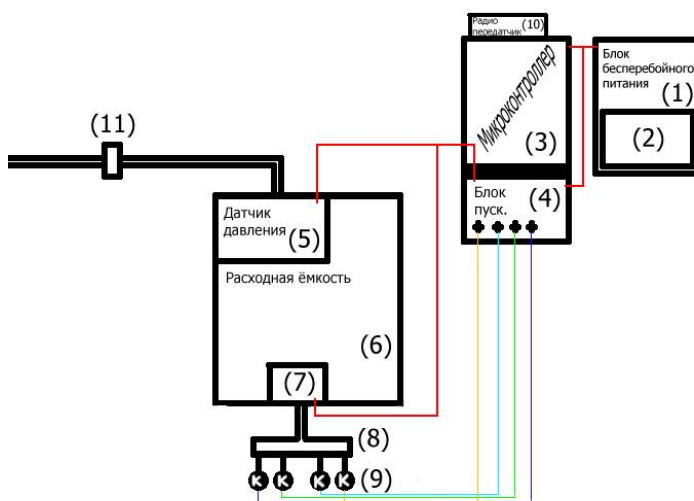


Рис. 1. Система автоматизации полива дачного участка от водопровода

На блок-схеме представлены:

- блок бесперебойного питания;
- высокоемкостной аккумулятор;
- микроконтроллер;

- блок пускателей;
- датчик давления;
- расходная емкость;
- нагнетатель давления;
- разветвитель;
- клапаны;
- радиопередатчик;
- водопровод.

Система работает по принципу:

- 1) при недостаточной влажности почвы на микроконтроллер отправляется сигнал от датчика влажности;
- 2) микроконтроллер анализирует полученные данные и, учитывая заданные настройки, подает команду на нужные клапаны, откуда вода и поступает в шланги с капельными дозаторами;
- 3) расходная емкость наполняется, когда датчик давления отправляет сигнал на микроконтроллер.

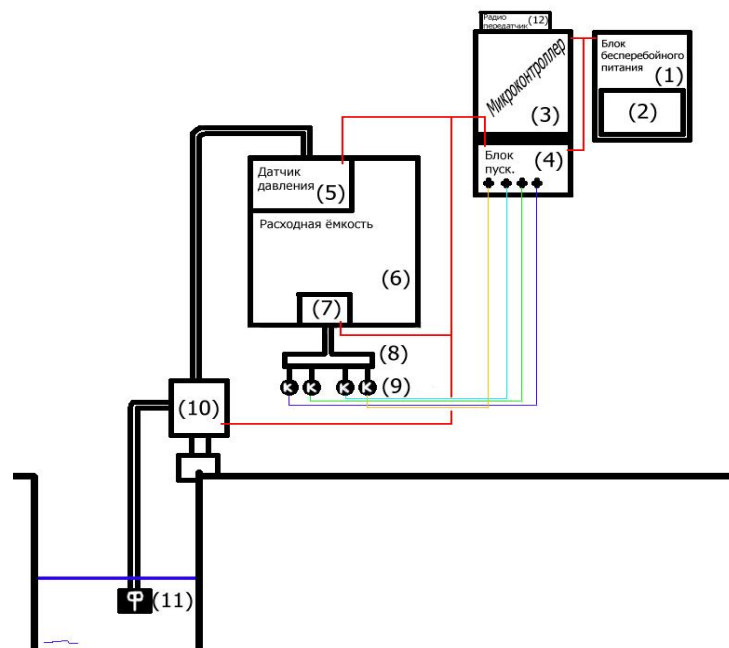


Рис. 2. Система автоматизации полива дачного участка от насоса в колодце

На блок-схеме представлены:

- блок бесперебойного питания;
- высокоемкостной аккумулятор;
- микроконтроллер;
- блок пускателей;
- датчик давления;
- расходная емкость;
- нагнетатель давления;
- разветвитель;
- клапаны;
- насос;
- фильтр;
- радиопередатчик.

Алгоритм этой схемы идентичен первой и существенных различий не имеет, подача воды осуществляется при помощи электроприводного насоса [1].

Преимуществом этой системы является универсальность, автономность, возможность совершенствования имеющейся инфраструктуры, ремонтпригодность, простота конструкции и пригодность для работы на различных сельскохозяйственных предприятиях.

Согласно последним официальным данным с сайта Правительства РФ в настоящее время реализуется федеральная программа «Импортозамещение 2020» [2, 3]. В связи с правительственной программой, а также в связи с возможными сокращениями расходов, при улучшении качества и увеличении количества урожая данная система является актуальной и найдет своего покупателя, как в частном секторе, так и на сельскохозяйственных предприятиях.

### **Литература**

1. *Копылова И.П., Клокова Б.К.* Справочник по электрическим машинам: В 2 т. – Т. 2. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 688 с.
2. <http://www.gosnews.ru/government/news/4511>
3. <http://www.mcx.ru>

УДК 639.371.1

### **В.Г. Марковцев**

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

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И ЧАСТНЫХ ЛОСОСЕВЫХ ЗАВОДОВ**

На основе литературных и фактических данных рассматривается деятельность государственных и частных лососевых рыбопроизводных заводов. Показано, что разведение на государственных заводах очень высокочрезвычайное и уместно только в случае восстановления запасов лососей на реках, где нарушено естественное воспроизводство. Привлечение частного капитала для воспроизводства лососей очень успешно на Сахалине и в Приморье.

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

### **V.G. Markovtsev**

*Pacific Fisheries Research Centre (TINRO Centre)  
Vladivostok, 690091  
e-mail: markovtsev@tinro.ru*

## **COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF NATIONAL AND PRIVATE SALMON PLANTS**

The activities of national and private salmon plants according to the published and evident materials are reviewed. It is shown that breeding at national plants is highly expensive and relevant in the case of recovery of salmon stocks in the rivers where natural reproduction is disturbed. The private capital attracting for salmon reproduction is very successful on Sakhalin and in Primorye.

**Key words:** salmon, plant, breeding, return rate.

На Дальнем Востоке в настоящее время действует 59 лососевых заводов, в том числе 27 государственных, 5 арендованных и 27 частных. В силу этого представляется целесообразным рассмотреть в сравнительном плане эффективность работы заводов с различной формой собственности. Ранее этот вопрос обсуждался в печати [1], но в последнее время появились новые частные заводы и новые данные. При этом следует понимать, что существует два вида ее оценки – фактическая и относительная. Первая отражает фактическое количество выпускаемой заводом



молоди, а вторая характеризуется коэффициентами возврата производителей на завод. В этой связи логично предположить, что чем больше выпускает молоди завод, тем выше эффективность его работы. Однако такой подход совершенно не учитывает то, какие финансовые затраты несет предприятие на достижение данного результата. Участие в лососеводстве частного бизнеса в настоящее время на первое место выдвинуло именно экономическую эффективность работы лососевого завода. Часто происходит то, что одни и те же объемы выпускаемой молоди в итоге дают разное количество возврата производителей. Следовательно, единица возврата или биомасса заводской рыбы различна. Так, с лососевых заводов Японии ежегодно выпускается около 2 млрд шт. молоди, что в 2 раза больше, чем все заводы Дальнего Востока. При этом возврат производителей заводского происхождения в 10 раз превышает подходы к дальневосточным заводам.

Более показательными являются коэффициенты возврата. Именно они показывают целесообразность деятельности любого лососевого завода. В силу этого представляется целесообразным рассмотреть состояние лососеводства на Дальнем Востоке через его эффективность по регионам. Кроме того представляет интерес эффективность завода в зависимости от его формы собственности.

Выпуск молоди лососей камчатскими лососевыми заводами по сравнению с масштабами естественного воспроизводства не сопоставим. Естественный нерестовый фонд водоемов Камчатки составляет около 400 млн м<sup>2</sup> [2]. В то же время коэффициенты возврата на заводы очень низкие. Так, по данным камчатских специалистов [3], среднееголетний уровень оценки эффективности местных заводов в большинстве случаев составляет заметно меньше 1%. Учитывая высокие затраты на искусственное воспроизводство в регионе, представляют интерес данные по показателям затрат, произведенных на получение 1 кг рыбы заводского происхождения (табл.).

Таблица

Общие затраты на 1 кг рыбы возврата по заводам и видам [4]

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

\* низкая цена 1 кг производителя нерки обусловлена высоким коэффициентом ее возврата на данном заводе.

Вполне очевидно, что такие существенные затраты может нести только государство, если целью разведения лососей является не коммерческий эффект, а поддержание уровня запасов лососей в водоемах, максимально подверженных антропогенному воздействию [3]. В силу этого авторы приходят к основному выводу, что повышение эффективности искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в пределах Камчатского края возможно лишь при увеличении объемов выпуска молоди с ЛРЗ, а также развития технологий ее подращивания. Для этого существует только один путь – строительство новых заводов на основе привлечения частных инвестиций.

В целом вряд ли можно согласиться с точкой зрения данных авторов, если они видят только единственный путь – в строительстве многочисленных новых заводов на территории края. Их рекомендации уместны только в том случае, если изначально заводы будут строиться на непродуктивных реках или расположены в бассейнах, где происходит быстрое убывание природных популяций и эти популяции замещаются заводскими (свыше 60–70% улова заводская рыба). В других случаях строительство нового завода проблематично [5].

На Сахалине ситуация несколько иная. Там действуют уже сейчас более 20 заводов с частной формой собственности. В результате деятельности этих заводов выпуск молоди кеты в области увеличился в 2 раза, а вылов ее производителей возрос в 4 раза. При этом естественный скат кеты с рек практически минимален [6].

Обратимся к оценке эффективности заводов различной формы собственности. 10 государственных заводов Сахалина сохраняют свою численность рабочих, на которых идет фонд заработной платы. Частные заводы, закладывая значительные объемы икры и выпуская соответственно молодь, как правило, имеют значительно меньший обслуживающий персонал. Например, завод в бухте Оля (Курильские острова), закладывающий 56 млн шт. икры кеты, имеет круглый год штат из 10–12 человек [7].

Ранее (Марковцев, 2012) было отмечено, что на строительство первых частных заводов Сахалина было затрачено порядка 1,5 млрд руб. и они выпускали около 200 млн шт. молоди. Затраты составляли порядка 7,5 руб. на 1 покатника. Эти затраты почти в два раза ниже, чемкладываемые в проекты государственных лососевых заводов.

Администрация Сахалинской области планирует довести выпуск молоди лососей в области до 2 млрд шт., а количество заводов увеличить до 60 шт. [7].

На лососевых заводах Приморья ситуация аналогична таковой для сахалинских заводов. Для обслуживания двух государственных заводов ФГБУ Приморрыбвод имеет штат более ста человек. Два частных завода Приморья имеют плановые мощности по выпуску молоди, равные 20 млн шт. и обслуживаются 8–9 человеками. Кроме того на строительство первой очереди ЛРЗ «Вербное» инвестор затратил порядка 10 млн руб. Инвестор на строительство ЛРЗ «Лидовское» затратил примерно столько же. Реконструкция государственного Барабашевского ЛРЗ потребовала 420 млн рублей из государственной казны. При пересчете затрат на 1 покатника на государственном заводе затрачивается более 20 руб. На частном заводе данный показатель приближается к 1 руб. Как видим, цифры не сопоставимы.

Государственные заводы в Магаданской области и в Хабаровском крае работают сочень низкой эффективностью. Строительства частных заводов пока не планируется. В силу этого в данном сообщении данный вопрос не затрагивается.

### Литература

1. Марковцев В.Г. О проблемах заводов с негосударственной формой собственности // Новости рыболовства. – 2012. – № 3(28). – С. 50–53.
2. Чигиринский А.И. Современное состояние и пути улучшения прогнозирования дальневосточных лососей // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО АН СССР. – 1989. – С. 24–33.
3. Бугаев А.В., Расстягаева Н.А., Ромаденкова Н.Н., Кудзина М.А., Давидюк Д.А., Гаврюсева Т.В., Устищенко Е.А., Бочкова Е.В., Погодаев Е.Г. Результаты многолетнего биологического мониторинга тихоокеанских лососей рыболовных заводов Камчатского края // Бюллетень № 9 Изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток, ТИНРО, 2014. – В печати.
4. Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососевые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. – 299 с.
5. Ксенофонтов М.Ю., Гольдберг И.А. Экономика лососевого хозяйства Камчатки. – М.: Петропавловск-Камчатский, 2008. – 84 с.
6. Игнатъев Ю. И., Стекольников М.Ю., Брагина И.Ю., Акиничева Е.Г. Современное направление исследований искусственного воспроизводства лососей в Сахалино-Курильском регионе // Доклады отчетной сессии Ассоциации «НТО ТИНРО» [Электронный ресурс]. – Хабаровск, 2014. – 1 электрон. диск ( CD-ROM). – Заглавие с этикетки диска.
7. Крючкова М. Рыбная промышленность Сахалина и Курил: от промысла до воспроизводства // Новости рыболовства. – 2014. – № 4 (37). – С. 22–26.

УДК 621.313.333

**А.А. Марченко, С.Ю. Труднев**

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

### **ИСКУССТВЕННОЕ НАГРУЖЕНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ 4A80A4**

В материалах представлено теоретическое обоснование искусственного нагружения асинхронного двигателя в режиме противовключения. Данный способ при его реализации может значительно упростить процесс испытаний электродвигателей.

Автором были поставлены две основные задачи. Во-первых, необходимо определить параметры схемы замещения асинхронного двигателя для построения адекватной математической модели. Во-вторых, по результатам моделирования необходимо получить нагрузочный режим, при котором среднее значение тока будет соответствовать среднему значению номинального тока.

После определения параметров схемы замещения для электродвигателя 4A80A4 были проведены расчеты по переводу электродвигателя в режим искусственного нагружения. Было определено, что в режиме противовключения возможно получение номинального тока, что соответствует режиму, эквивалентному нагрузочному.

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

**A.A. Marchenko, S.U. Trudnev**

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

### ARTIFICIAL LOADING OF THE ASYNCHRONOUS MOTOR 4A80A4

The theoretical basis of the asynchronous engine artificial loading in the opposition mode is presented. This method can simplify process of electric motors testing considerably.

The author set two main objectives. First, it is necessary to determine parameters of an equivalent circuit of the asynchronous engine for creation of adequate mathematical model. Secondly, due to the results of modeling it is necessary to reveal the load mode at which average value of current will correspond to average value of rated current.

After determination the parameters of an equivalent circuit for the electric motor 4A80A4 the calculations to transfer the electric motor to the mode of artificial loading were carried out. It was defined that in the mode of opposition it is possible to receive the rated current that corresponds to the load mode.

**Key words:** asynchronous engine, capacity, opposition mode, rated current, regenerative braking, time, switching, frequency voltage.

Сегодня судоремонтные предприятия Дальнего Востока выполняют ремонт и испытания электрооборудования по упрощенному регламенту.

Реальные приемо-сдаточные испытания, которым подвергаются отремонтированные АД при их поточном ремонте как в условиях специализированных ремонтных предприятий и цехов, так и в условиях вспомогательных подразделений, как правило, состоят из трех пунктов:

- измерение сопротивления обмоток;
- испытание изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками;
- обкатка двигателя на холостом ходу [1].

Причем обкатка производится незначительный промежуток времени и лишь для того, чтобы убедиться, что ток холостого хода находится на приемлемом уровне, и в работе АД нет явных дефектов (заклинивание подшипников, цепляние ротора о пакет статора и т.п.).

Это, с одной стороны, связано с упрощением состава оборудования испытательных станций, а с другой стороны, снижает качество ремонта ЭД, так как такой регламент зачастую не в состоянии выделить дефекты, проявляющиеся только при эксплуатации.

Анализ причин выхода из строя подтверждает низкую надежность статорной обмотки (63,2% от общего числа отказов),

Одним из необходимых этапов является проверка статорных обмоток под номинальным током. Существующие системы испытаний и нагружения электрических машин, как правило, включают нагрузочные агрегаты и комплексы со взаимной нагрузкой, предусматривающей механическое агрегирование электродвигателей со вспомогательными нагрузочными машинами. Сложность осуществления операции агрегирования, отсутствие стендового оборудования, пригодного для электрических машин разной мощности, делает перспективной разработку станций испытания, обеспечивающих разнообразные нагрузочные режимы в схемах, исключающих механическое соединение вала испытуемой машины с нагрузочными агрегатами.

Для определения технического состояния электрических двигателей целесообразной является проверка АД в режимах, эквивалентных нагрузочному.

Одним из самых простых в своей реализации является режим искусственного нагружения, сочетающий двигательный режим электрической машины с режимом противовключения.

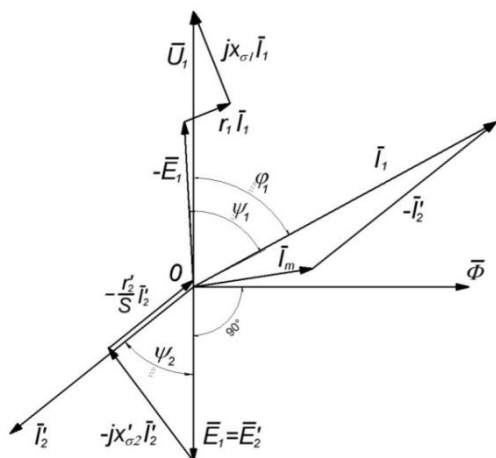


Рис. 1. Векторная диаграмма АД в режиме противовключения

В режиме противовключения машина потребляет также механическую мощность с ротора, поскольку внешний вращающий момент действует в сторону вращения ротора. Как мощность, потребляемая из сети, так и мощность, потребляемая с вала, расходуется на потери на машине. Полезной мощности машина поэтому не развивает, а в отношении нагрева рассматриваемый режим является тяжелым [3].

На основании изложенного на рис. 1 представлена векторная диаграмма асинхронной машины в режиме противовключения.

По сравнению с двигательным и генераторным режимами работы в режиме противовключения сопротивление  $r_2/s$  мало. Поэтому на основании равенства  $\dot{I}_2 = \frac{\dot{E}_2}{r_2/s + jx_{\sigma 2}}$  можно заключить, что ток  $I_2$

и угол  $\psi_2 = \Delta(\dot{E}_2, \dot{I}_2)$  велики. Соответственно этому первичный ток  $I_1$  и угол сдвига фаз  $\phi_1 = \Delta U_1, I_1$  тоже велики. Это также указывает на опасность режима в тепловом отношении. Поэтому при  $U_1 = U_{\text{н}}$  рассматриваемый режим допускается лишь кратковременно [3].

Преобразование реактивной мощности в режиме противовключения происходит так же, как и в двигательном. На рис. 2 представлена механическая характеристика электродвигателя в режиме торможения противовключением.

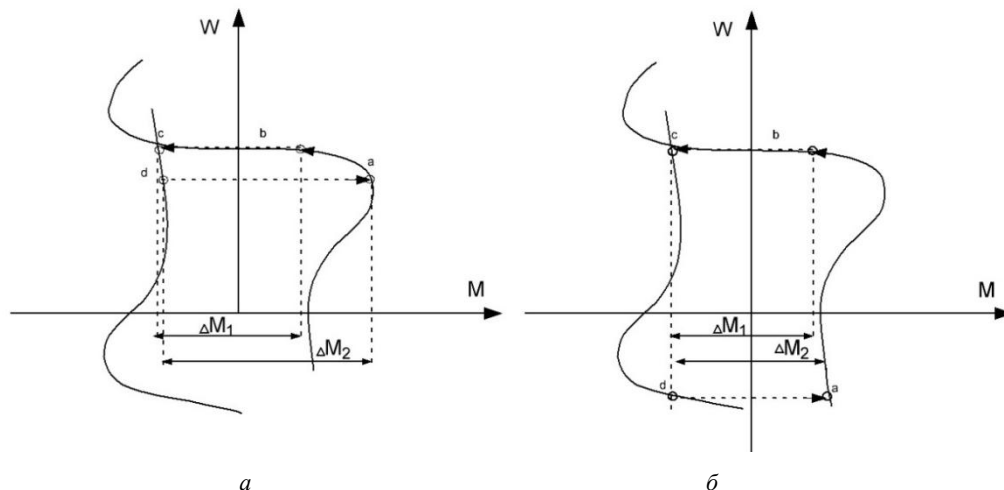


Рис. 2. Механическая характеристика электродвигателя в режиме искусственного нагружения противовключением:

а) при работе в первом и втором квадрантах, б) при работе во всех квадрантах

Электродвигатель работает на своей механической характеристике, его номинальному моменту соответствует точка б. Далее путем изменения чередования фаз двигатель переводится в режим противовключения, этому моменту соответствует точка сна обратной механической характеристике, на отрезке cd происходит торможение. После окончания тормозного режима двигатель переходит в точку а характеристики б и начинает разгон до точки б. В условиях постоянного динамического нагружения данный цикл повторяется снова.

Для подтверждения представленной теории были поставлены две задачи. Во-первых, необходимо определить параметры схемы замещения АД для построения адекватной математической модели АД. Во-вторых, необходимо получить нагрузочный режим, при котором среднее значение тока будет соответствовать среднему значению номинального тока  $I_{1н}$ .

Построенная ММ полностью соответствует представленным требованиям. Далее производилось определение параметров схемы замещения электродвигателя 4А80А4 с паспортными данными:  $3 \times 220$  В,  $\eta_n = 0,75$ ,  $\cos \varphi_n = 0,81$ ,  $I_{1н} = 2,74$  А,  $P_{2н} = 1,1$  кВт,  $\omega_n = 146,5$  рад/с. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Каталожные и идентифицированные параметры СЗ АД

Параметр СЗ	Каталожное значение параметров СЗ АД, Ом	Идентифицированное значение параметров СЗ АД, Ом
$R_1$	9,22	8,2
$R'_2$	5,10	5,9
$X_1$	6,0	6,6
$X'_2$	8,83	8,4
$X_m$	136	155

Для АД 4А80А4 при параметрах СЗ  $R_1 = 9,2$  Ом,  $R'_2 = 6,2$  Ом,  $X_1 = 6,0$  Ом,  $X'_2 = 8,9$  Ом и  $X_m = 140$  Ом для номинальной статической нагрузки  $M_n = 7,51$  Н·м и принятой мощности потерь в стали  $\Delta P_{стн} = 93$  Вт, обеспечиваются значения:  $\omega = 146,5$  рад/с,  $I_1 = 2,72$  А,  $\cos \varphi = 0,813$  и  $\eta = 0,744$ .

Как видно из результатов уточнения параметров СЗ АД с помощью разработанной ММ АД, практически все установившиеся значения переменных близки к номинальным, что позволяет проводить модельные исследования систем испытания АД, гарантирующие получение результатов, адекватных экспериментальным.

Данный способ, несмотря на простую реализацию, имеет существенные недостатки, главный из которых – это большие скачки изменения моментов при переводе из двигательного режима в режим противовключения и обратно, им соответствуют моменты  $\Delta M_1$  и  $\Delta M_2$ .

Более наглядно это изображено на рис. 3. Здесь представлена зависимость момента электродвигателя от времени, полученная на модели трехфазного АД с КЗ с номинальным моментом 7,5 Н\*м.

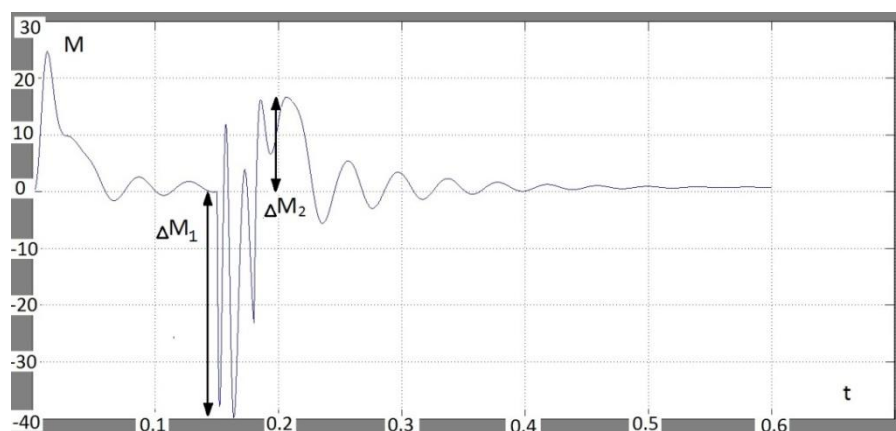


Рис. 3. Зависимость момента электродвигателя от времени

На участке от 0 до 0,15 с происходил пуск и разгон АД. Перевод электродвигателя в режим противовключения осуществлялся в момент времени 0,15 с. На рисунке представлен график скорости электродвигателя.

Аналогичная ситуация с пусковыми токами электродвигателя. Для реализации режима нагружения необходимо обеспечить работу электродвигателя под номинальным током и обеспечить номинальный момент на валу. Для этих целей реверс до номинальной обратной скорости машины является неприемлемым.

Значительное увеличение времени протекания режима динамического нагружения можно получить, если допустить работу АД в третьем квадранте механической характеристики, как это показано на рис.

Для этого не нужно ограничить время протекания режима по времени до момента остановки машины. Данный режим имеет преимущества: увеличивается время протекания режима, и как следствие уменьшается число переключений.

В режиме противовключения к времени окончания протекания динамического режима скорость АД достигает 160 рад/с при обратном направлении вращения ротора (рис. 4).

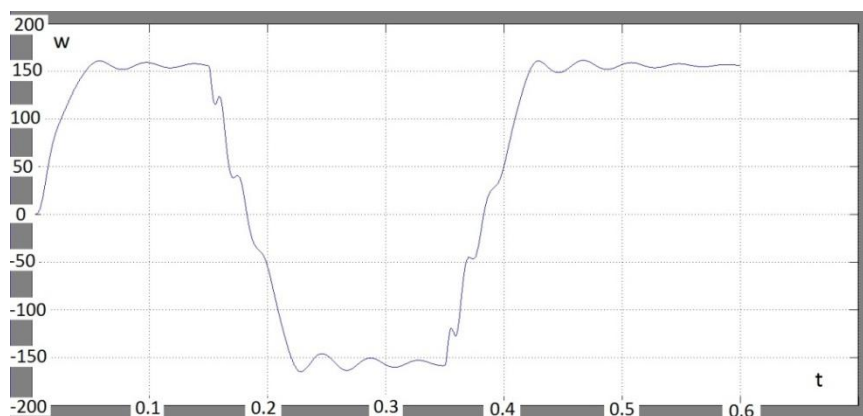


Рис. 4. Скорость электродвигателя

На рис. 5 также виден резкий скачок момента более максимального. Тоже происходит в момент времени 0,35 с при повторном включении АД в прямом направлении вращения.

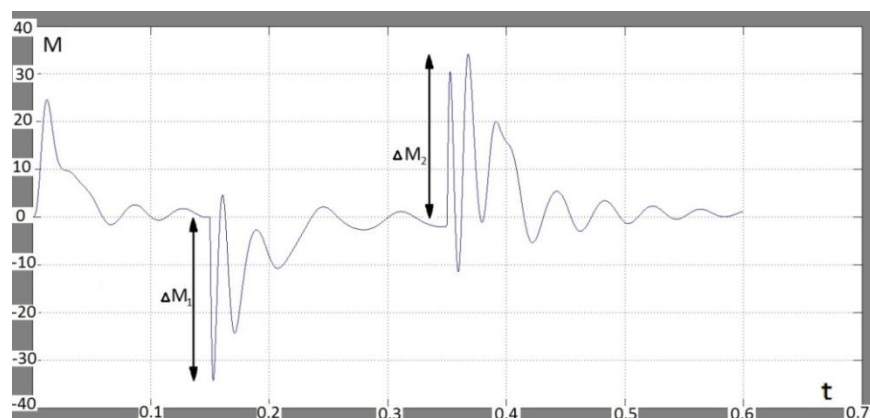


Рис. 5. Зависимость момента электродвигателя от времени в режиме противовключения

Одним из направлений исследования является нахождение оптимальных параметров протекания динамического режима АД, при которых значения  $\Delta M_1$  и  $\Delta M_2$  не превышают значения  $M_{\text{макс}}$  (рис. 5)

Видно, что значение среднего тока двигателя соизмеримо со значением номинального тока и равно примерно 2,4 А (рис. 6). Подбор частоты и напряжения в режиме противовключения для данного электродвигателя позволил добиться режима искусственного нагружения под номинальным током. Данный режим может считаться эквивалентным нагрузочному, так как предполагает токовую и механическую нагрузку двигателя, соизмеримые с нормальным эксплуатационным режимом.

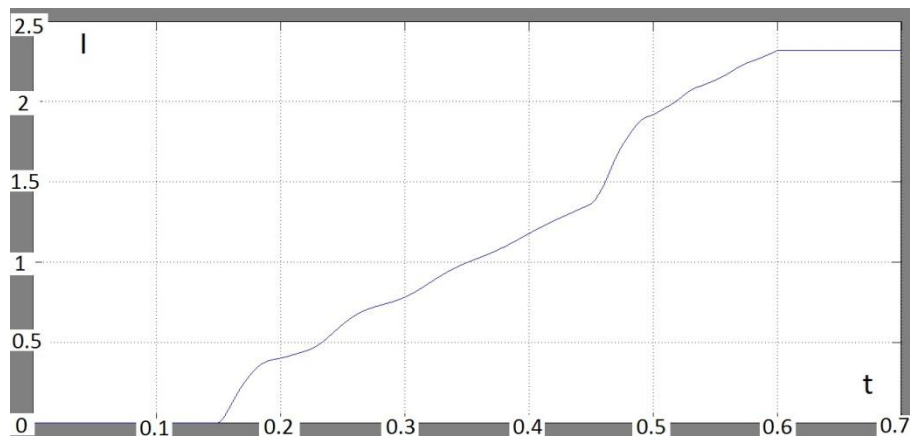


Рис. 6. Зависимость среднего значения тока двигателя от времени

После проведения расчетов при помощи разработанной математической модели можно сделать соответствующие выводы.

Метод искусственного нагружения в режиме противовключения обеспечивает соответствие среднего тока статора асинхронного двигателя номинальному току этого двигателя. Для этого требуется ограничение времени переходного процесса, данное условие выполнимо с применением современного микропроцессорного управления.

Данный метод возможно использовать только в режиме работы во всех четырех квадрантах механической характеристики, так как только в таком режиме обеспечивается резкое изменение момента асинхронного электродвигателя, способное привести к значительному изменению тока статора.

Основным недостатком данного метода являются слишком резкие колебания момента и тока двигателя. Известно, что для уменьшения пусковых токов асинхронного электродвигателя широко применяются различные пускорегулирующие устройства. В данном режиме применение таких устройств невозможно, так как испытания происходят в постоянном динамическом режиме, поддержание которого осуществляется при помощи частого циклического переключения направления вращения машины. Одним из возможных вариантов является применение преобразователей частоты, способных уменьшить резкое изменение момента и тока электродвигателя.

### Литература

1. Жерве Г.К. Промышленные испытания электрических машин: 4-е изд. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – С. 351–354.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА-принт, 2001. – С. 233–239.
3. Вольдек А.И. Электрические машины: Учеб. для высш. техн. заведений. – 3-е изд. – Л.: Энергия, 1978. – С. 510–514.
4. Марченко А.А. Моделирование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А.А. Марченко, Н.Н. Портнягин // Современ. проблемы науки и образования. – Пенза, 2012. – № 6. – С. 125–125.
5. Марченко А.А. Исследование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А.А. Марченко, Н.Н. Портнягин // Фундамент. исслед. – 2013. – № 1–2. – С. 408–412.

УДК 621.313.333

**А.А. Марченко, С.Ю. Труднев**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: Marchencko29@mail.ru*

## **МЕТОД ИСКУССТВЕННОГО НАГРУЖЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В РЕЖИМЕ ПРОТИВОВКЛЮЧЕНИЯ**

В данных материалах представлены результаты моделирования процесса искусственного нагружения электродвигателей методом противовключения с изменением частоты питающего напряжения. Автором были поставлены две основные задачи. Во-первых, разработка математической модели трехфазного асинхронного электродвигателя и расчетов по определению средних значений токов статора. Во-вторых, проверка выдвинутой гипотезы о снижении резких скачков тока в момент противовключения при снижении частоты напряжения.

Автором проводились расчеты по выявлению параметров искусственного нагружения асинхронных двигателей. По полученным результатам были сделаны выводы о целесообразности применения такого метода нагружения.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, режим противовключения, номинальный ток, механическая характеристика, момент, коммутация, частота напряжения.

**A.A. Marchenko, S.U. Trudnev**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: Marchencko29@mail.ru*

## **METHOD OF ASYNCHRONOUS MOTORS ARTIFICIAL LOADING IN THE OPPOSITION MODE**

The results of modeling of electric motors artificial loading process by means of opposition method changing the frequency of the feeding voltage are presented. The author set two main objectives. Firstly, the development of mathematical model of the three-phase asynchronous electric motor and calculations for determination the average values of the stator currents. Secondly, the proof of hypothesis upon the decrease of sharp voltage jumps during opposition with the voltage frequency decrease.

The author carried out calculations for identification the parameters of asynchronous engines artificial loading. The conclusions about the feasibility of using such method of loading were made.

**Key words:** asynchronous motor, opposition mode, rated current, mechanical characteristic, moment, switching, voltage frequency.

В настоящее время более 80% всего парка электродвигателей подвергались ремонту. После завершения ремонта ремонтное предприятие гарантирует безаварийную работу. В случае повторной неисправности гарантийное обслуживание становится возможным только после завершения рейса. Выход из строя ответственного электропривода может привести к существенному ухудшению результатов рейса, а иногда и невозможности дальнейшего продолжения промысла. Все это говорит о необходимости совершенствования процедуры контроля качества ремонта электрических машин.

В настоящее время на судоремонтных предприятиях получила распространение упрощенная процедуры испытаний электродвигателей, которая состоит из следующих этапов:

- измерение сопротивления обмоток;
- испытание изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками;
- обкатка двигателя на холостом ходу.



Обкатка производится незначительный промежуток времени и лишь для того, чтобы убедиться, что ток холостого хода находится на приемлемом уровне и в работе АД нет явных дефектов (заклинивание подшипников, цепляние ротора о пакет статора и т.п.).

Данный регламент проведения испытаний направлен на снижение состава оборудования испытательных станций. С другой стороны снижение качества проверки напрямую влияет на количество отказов электродвигателей после ремонта [1].

Пригодность электрической машины для использования в условиях эксплуатации может быть определена только после производства испытаний в полном объеме, в том числе испытаний под токовой и механической нагрузкой. Под термином «нагружение электрической машины» (электрического двигателя) предполагается искусственное нагружение токами или моментам с целью получения информации о качественных характеристиках отремонтированных машин.

При проведении испытаний с применением искусственной нагрузки важное значение имеют колебания момента и тока. Для получения режима, эквивалентного номинальному, требуется соответствие среднего тока на статоре электродвигателя в динамическом режиме и номинального тока этой машины [2]. При получении данного режима возможны слишком резкие колебания вышеперечисленных параметров, способные привести к возникновению аварийного режима. Так, слишком резкое повышения тока приведет к перегреву и тлению обмоток двигателя, а возникновение слишком больших моментов к неисправностям механической части машины, а именно подшипникового узла [3].

Одним из самых простых в своей реализации является режим искусственного нагружения, сочетающий двигательный режим электрической машины с режимом противовключения.

В режиме противовключения машина потребляет также механическую мощность с ротора, поскольку внешний вращающий момент действует в сторону вращения ротора. Как мощность, потребляемая из сети, так и мощность, потребляемая с вала, расходуются на потери на машине. Полезной мощности машина поэтому не развивает, а в отношении нагрева рассматриваемый режим является тяжелым.

Одним из возможных решений является динамическое нагружение АД в режиме противовключения и изменения частоты. Из рисунка следует, что существенное снижение  $\Delta M_1$  и  $\Delta M_2$  наблюдается при ограничении работы АД в первом и втором квадранте механической характеристики и недопущении реверса (рис. 1, а).

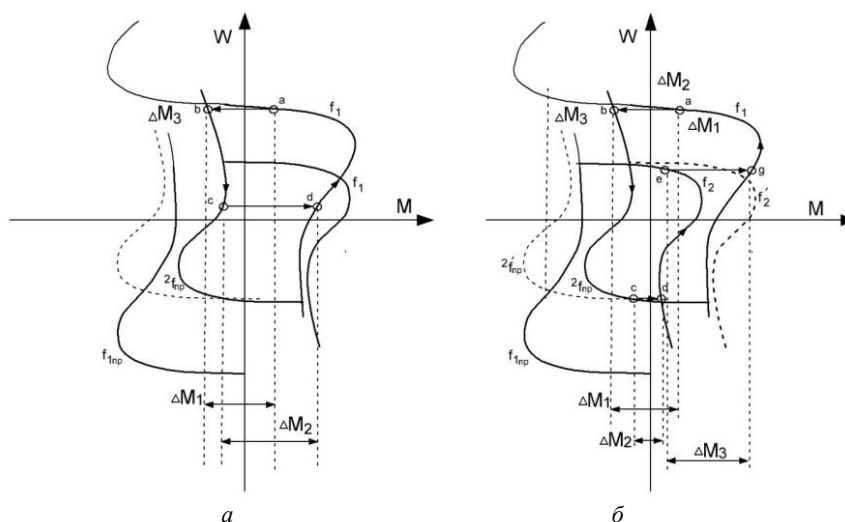


Рис. 1. Механическая характеристика электродвигателя в режиме динамического нагружения противовключением и изменением частоты

На рисунке механические характеристики  $f'_2$  и  $2f'_{np}$  соответствуют работе АД при пониженной частоте сети. Так как в реальной системе значение напряжения изменяется не пропорционально частоте, то фактически АД работает вместо  $f'_2$  и  $2f'_{np}$  на характеристиках  $f_2$  и  $2f_{np}$  соответственно.

Существенное увеличение времени протекания цикла нагружения [4] становится возможным при работе во всех квадрантах механической характеристики, как показано на рисунке 1, б. Вращению АД на холостом ходу соответствует точка а механической характеристики  $f_1$ , соответствующей частоте сети 50 Гц. После достижения номинальной частоты вращения АД переводится в режим противовключения в точку б характеристики  $f_{2пр}$ , соответствующей пониженной частоте. Вследствие этого наблюдается снижение  $\Delta M_1$ . К достижению точки с характеристики  $f_{2пр}$  АД вращается в противоположном направлении вращения. Обратному переходу АД в режим прямого направления вращения соответствует момент  $\Delta M_2$ . Его уменьшению также способствует переход из точки с механической характеристики  $f_{2пр}$  в точку d механической характеристики  $f_2$ , соответствующей пониженной частоте. Разгон АД до номинальной скорости может проходить только на естественной механической характеристике, поэтому после достижения точки e характеристики  $f_2$  происходит изменение частоты напряжения сети до номинальной и переход работы АД в точку g. Переход сопровождается небольшим увеличением момента  $\Delta M_3$ . Результаты моделирования представлены на рис. 2.

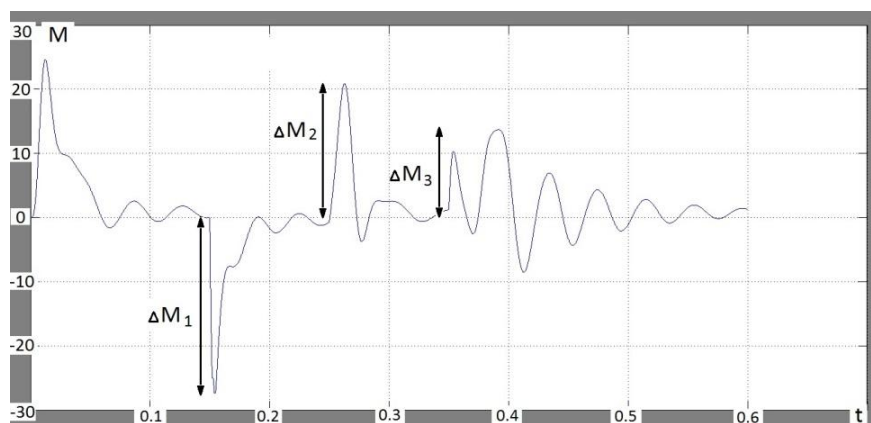


Рис. 2. Зависимость момента электродвигателя от времени в режиме противовключения и изменения частоты

Изменение скорости АД в режиме противовключения и изменения частоты представлено на рис. 3. Скорость вращения электродвигателя соответствует механической характеристике на рис. 1, б. При переходе с характеристики  $f_1$  на  $f_{2пр}$  и достижении точки с этой характеристики скорости вращения соответствует  $w_1$ . При прямом включении двигателя и его работе на  $f_2$  скорость достигает значения  $w_2$ . После перевода двигателя на естественную характеристику  $f_1$  он развивает номинальную скорость  $w_3 = w_{ном}$ . В рамках эксперимента для данного типа электродвигателя была выявлена оптимальная частота напряжения сети для ограничения момента электродвигателя в рамках максимального  $M_{макс}$ . Наилучшие результаты испытаний асинхронного двигателя при помощи разработанной модели получены в диапазоне от 21–25 Гц.

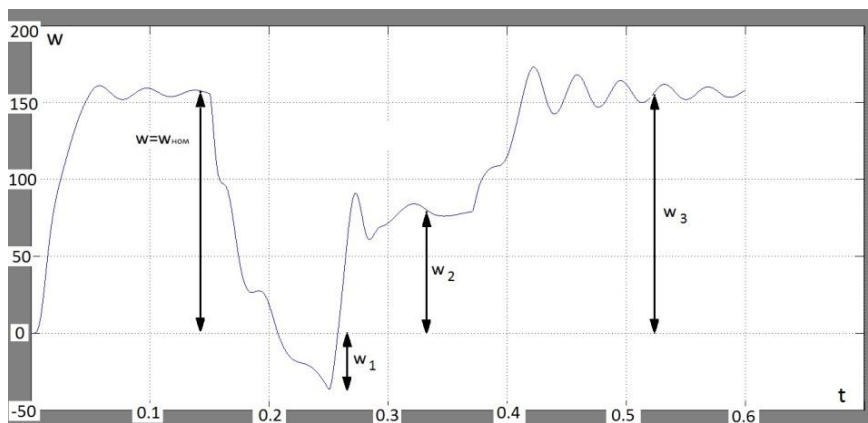


Рис. 3. Изменение скорости АД в режиме противовключения и изменения частоты

Основной целью испытаний является проверка статорных обмоток электродвигателя под номинальным током.

В ходе исследований было выявлено, что при испытаниях методом противовключения с изменением частоты сети в заданных пределах среднее значение силы тока равно 2,8 А, что соизмеримо с номинальным значением для электродвигателя 4А80А4. На рис. 4. представлена зависимость силы тока по времени протекания одного цикла нагружения противовключения с изменением частоты.

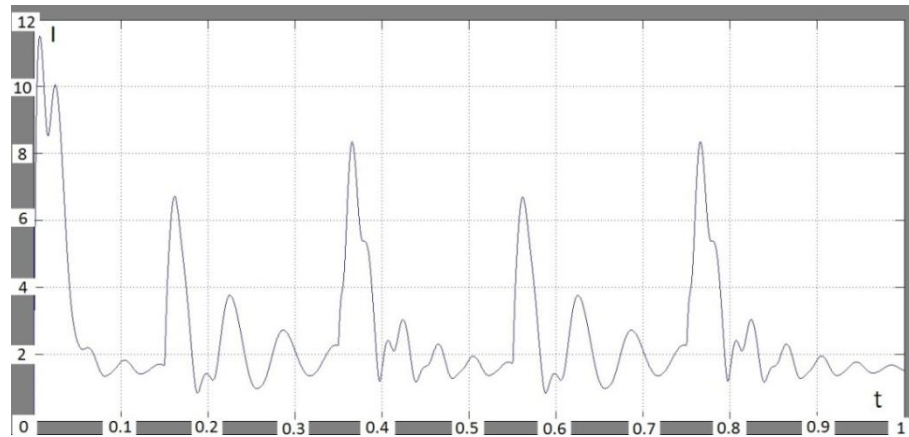


Рис. 4. Зависимость силы тока от времени

Видно, что переход с одной механической характеристики на другую сопровождается броском тока, но его значение не превышает пускового тока испытуемого электродвигателя.

Для получения значения тока статорной обмотки двигателя соизмеримого с номинальным значением [4] при нагружении в режиме противовключения необходимо получение значений на длительном промежутке времени, что может быть достигнуто при циклическом изменении направления вращения АД, а также при увеличении частоты сети и ее уменьшении. При получении среднего значения силы тока на длительном промежутке времени необходимым условием является плавное прохождение переходных процессов также при увеличении частоты питающего напряжения. На рис. 5 представлены результаты по определению среднего значения тока двигателя 4А80А4.

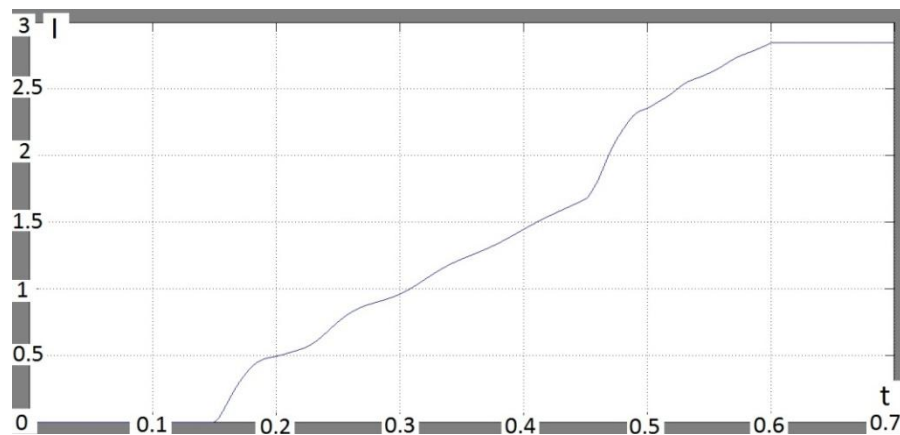


Рис. 5. Среднее значение тока двигателя от времени

Видно, что значение среднего тока двигателя соизмеримо со значением номинального тока и равно примерно 2.8 А. Подбор частоты и напряжения в режиме противовключения для данного электродвигателя позволил добиться режима искусственного нагружения под номинальным током. Данный режим может считаться эквивалентным нагрузочному, так как предполагает токовую и механическую нагрузку двигателя, соизмеримые с нормальным эксплуатационным режимом [5].

После проведения расчетов при помощи разработанной математической можно сделать соответствующие выходы.

Метод искусственного нагружения в режиме противовключения обеспечивает соответствие среднего тока статора асинхронного двигателя номинальному току этого двигателя.

При работы электродвигателя во всех четырех квадрантах наблюдается резкое изменение момента асинхронного электродвигателя, способное привести к значительному изменению тока статора.

При испытаниях электродвигателей методом искусственного нагружения с изменением частоты питающего напряжения в сторону его уменьшения наблюдается снижение скачков тока и момента в допустимых пределах. Применение снижения частоты напряжения позволяет избежать перегрузок по току и моменту, что положительно сказывается на надежности системы испытаний.

### **Литература**

1. *Котеленец Н.Ф.* Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин: Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – С. 99–103.
2. *Портнягин Н.Н.* Разработка методов технического диагностирования асинхронного двигателя / Н. Н. Портнягин, А. А. Марченко, А. А. Ушакевич // Вестн. КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 29–32.
3. *Герман-Галкин С.Г.* Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА-принт, 2001. – С. 233–239.
4. *Вольдек А.И.* Электрические машины: Учеб. для высш. техн. заведений. – 3-е изд. – Л.: Энергия, 1978. – С. 510–514.
5. *Марченко А.А.* Моделирование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя / А.А. Марченко, Н.Н. Портнягин // Соврем. проблемы науки и образования. – Пенза, 2012. – № 6. – С. 125–125.

УДК 639.2.081.117.4:519.6

**А.А. Недоступ, А.О. Ражев**

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

### **СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ОЗЕРНОГО ЗАКИДНОГО НЕВОДА ПРИ ВЫБОРКЕ**

В статье предложена математическая модель, описывающая движение связанных участков озерного закидного невода под действием внешних сил (гидростатических, гидродинамических, трения о грунт водоема) при выборке. Предложены математические зависимости, связывающие силовые характеристики (усилия в урезах, натяжения в нитках сетной части и подборах) частей невода с их пространственно-временными и скоростными характеристиками. Данная математическая модель оптимизирована для дальнейшего применения в качестве основы при создании имитационных моделей различных процессов рыболовства, работающих на современных персональных компьютерах, графических станциях и комплексах, применительно к озерным закидным неводам.

**Ключевые слова:** озерный закидной невод, дифференциальные уравнения, динамика, точечная масса, метод взаимодействующих частиц.

**A.A. Nedostup, A.O. Raghev**

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

### **CREATION OF THE LAKE SEINE NET MOTION MATHEMATICAL MODEL DURING SAMPLING**

A mathematical model describing the motion of related areas of the lake seine net under the action of external forces (selection, hydrostatic, hydrodynamic and friction forces) during sampling is proposed in the article. Math-

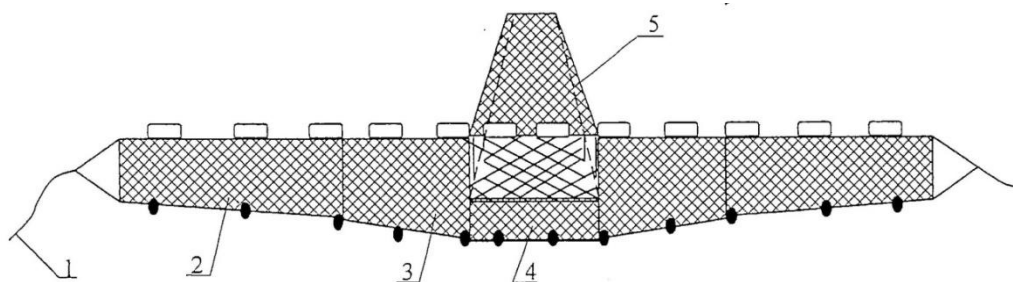
emational dependences linking power characteristics (tension of seine edges, tension of threads and ropes) of seine parts with space-temporal and velocity parameters were suggested. This mathematical model is optimized for simulation model of various fisheries processes, working on PC, graphics workstations or clusters with respect to the lake seine net.

**Key words:** lake seine net, differential equations, dynamics, mass-point, method of particles interaction.

Закидной неводной лов является древнейшим способом рыболовства во всем мире [1]. Закидные невода являются универсальными орудиями рыболовства, используются для облова рек, озер и прибрежных морских зон. С помощью них получают уловы ходовой и неходовой рыбы высокого качества. Данный вид лова имеет большое значение в рыболовстве России.

Основными задачами исследования закидного неводного лова являются определение формы замета, формы невода в процессе сплывания, усилий в урезах, выбор оснастки невода и оптимального режима работы тони [2, 3]. Многие из этих задач не могут быть решены в натурных опытах ввиду сложности их постановки и того, что трудно выделить исследуемое явление в чистом виде. Исследования закидных неводов в натурных условиях сопряжено с большими экономическими затратами, поэтому целесообразно проводить исследования с помощью физических или математических моделей. Экспериментальные исследования с физическими моделями закидных неводов основаны на теории физического моделирования орудий и процессов рыболовства [4]. При этом следует отметить, что достаточно сложным остается выбор экспериментальной установки, как правило, это полигон. На сегодняшний день методика математического моделирования динамических процессов закидных неводов отсутствует в связи со сложностью описываемого процесса – выборки закидного невода. Однако простая схематизация закидного невода позволила вывести ряд формул по расчету его силовых и пространственно-временных характеристик [2, 5]. Метод механической имитации не может достоверно смоделировать и показать динамические процессы, происходящие при работе с закидным неводом. В настоящее время широко используется дискретная математическая модель сети [6]. При этом главными задачами механики закидного невода остаются определение его силовых и пространственно-временных характеристик.

Классический озерный закидной невод [7] состоит из нескольких участков (рис.): двух крыльев (участки 2), приводов (участок 3), сорочки (участок 4), мотни (не обязательно), расположенной между крыльями (участок 5) и урезом (участки 1). Участки 2–4, показанные на рисунке, представляют собой сетное полотно, сверху и снизу прикрепленное к подборам (канатам). Верхняя подбора оснащена плавом, нижняя – загрузкой.



Озерный закидной невод

В процессе лова необходимо добиваться как можно более полного раскрытия рабочей части закидного невода (от поверхности воды до дна водоема). Степень ее раскрытия влияет на силы гидродинамического сопротивления невода, которые в свою очередь влияют на динамику процессов замета и выборки. Поэтому для эффективного анализа динамики силовых и пространственно-временных характеристик озерного закидного невода (изменения усилий в урезах и сетной части и изменения геометрии орудия рыболовства в целом с течением времени) в рассматриваемых процессах рыболовства необходимо создание трехмерной математической модели. При этом определяющим фактором является обеспечение приемлемой скорости имитационного моделирования на обычном персональном компьютере при приемлемых погрешностях вычислений (до 8%).

Для имитационного моделирования таких сложных орудий рыболовства, состоящих из множества однотипных элементов (ниток, канатов), как озерные закидные невода, необходимо множество вычислений. С учетом того, что современные персональные компьютеры и их комплексы позволяют наиболее эффективно использовать свои вычислительные ресурсы при обработке множества данных по одному алгоритму с применением параллельных вычислений [8], необходимо оптимизировать математическую модель посредством соответствующего разбиения объекта моделирования (невода) на части, способные обрабатываться параллельно с минимизацией связей между элементами в разных частях.

Применительно к сетным орудиям рыболовства в общем и озерному закидному неводу в частности за основу можно взять дискретную математическую модель, построенную с использованием метода взаимодействующих частиц или точечных масс [9–13]. Данный метод является разновидностью метода конечных элементов. Суть метода заключается в представлении орудия рыболовства множеством точечных масс, связанных между собой.

Рассмотрим предложенную дискретную математическую модель более подробно. Для ускорения процесса вычислений в модели применены следующие упрощения, мало влияющие на точность вычислений (в пределах допустимой погрешности):

- массы ниток и узлов сосредоточены в узлах (для сети закидного невода);
- силы, действующие на узлы и нитки, приложены к узлам;
- нитка считается абсолютно эластичной, при ее изгибе силы трения и поверхностного натяжения не учитываются.

Применительно к озерному закидному неводу точечные массы можно расположить в точках (узлах) соединения ниток сетного полотна, подбор и урезков. При этом массу каждой точки (массу, сосредоточенную в узле) вычислять по формуле (1).

$$m_i = \frac{1}{2} \sum_{j \in N_i} m_{ij}, \quad (1)$$

где  $m_i$  – сосредоточенная масса в узле  $i$  с учетом присоединенной массы;  $m_{ij}$  – масса нитки, подборы или уреза между узлами  $i$  и  $j$  с учетом присоединенной массы;  $N_i$  – множество всех узлов, смежных узлу  $i$  по нитке  $(i,j)$ .

Связь между узлами математически описываются зависимостью силы реакции связи (силы натяжения) от длины связи (расстояния между узлами) (2):

$$T_{ij} = \begin{cases} \left( \left( \frac{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|}{L_{ij}} - 1 \right) E_{ij} A_{ij} \right) & \text{if } |\bar{r}_j - \bar{r}_i| > L_{ij} \\ 0 & \text{if } |\bar{r}_j - \bar{r}_i| \leq L_{ij} \end{cases}, \quad (2)$$

где  $T_{ij}$  – сила натяжения в нитке;  $r_i$  – координаты узла  $i$ ;  $r_j$  – координаты узла  $j$ ;  $A_{ij}$  – площадь поперечного сечения нитки  $(i,j)$ ;  $L_{ij}$  – длина нитки  $(i,j)$  при  $T_{ij} = 0$  (без растяжения);  $E_{ij}$  – модуль упругости материала нитки  $(i,j)$ .

Кроме сил реакции связей на каждый узел действуют внешние силы (3):

$$\bar{F}_i = \bar{F}_{e,i} + \frac{1}{2} \sum_{j \in N_i} (\bar{F}_{a,ij} + \bar{F}_{g,ij} + \bar{R}_{ij} + \bar{F}_{f,ij}), \quad (3)$$

где  $F_i$  – суммарная внешняя сила, действующая на узел;  $F_{e,i}$  – сила, приложенная к узлу извне, например сила тяги при выборке;  $F_{a,ij}$  – гидростатическая (архимедова) сила, действующая на нитку  $(i,j)$  (часть подборы с плавками);  $F_{g,ij}$  – сила тяжести нити  $(i,j)$  (части подборы с загрузкой);  $F_{f,ij}$  – сила трения нитки  $(i,j)$  о грунт;  $R_{ij}$  – сила гидродинамического сопротивления нитки  $(i,j)$ .

Для вычисления внешних сил можно использовать эвристические зависимости, описанные в [3].

Под действием равнодействующей всех внутренних и внешних сил, приложенных к узлу (точечной массе), изменяется его скорость. Ускорение  $w_i$  узла определяется исходя из уравнения (4):

$$m_i \bar{w}_i = \sum_{j \in N_i} \left( T_{ij} (\bar{r}_j - \bar{r}_i) / |\bar{r}_j - \bar{r}_i| \right) + \bar{F}_i. \quad (4)$$

Составим дифференциальные уравнения движения и определим начальные условия для каждого узла (5):

$$\begin{cases} \frac{d\bar{v}_i}{dt} = \bar{w}_i, & \bar{v}_i(0) = \bar{v}_i^0 \\ \frac{d\bar{r}_i}{dt} = \bar{v}_i, & \bar{r}_i(0) = \bar{r}_i^0 \end{cases}, \quad (5)$$

где  $v_i$  – скорость узла  $i$ ;  $v_i^0$  – начальная скорость узла  $i$ ;  $r_i^0$  – начальные координаты узла  $i$ ;  $t$  – время процесса моделирования.

Увеличение количества точечных масс в объекте моделирования и уменьшение временного шага при численном интегрировании приводит с одной стороны к уменьшению средней погрешности вычислений силовых и пространственно-временных характеристик невода, а с другой – к увеличению трудоемкости и, соответственно, времени вычислений (замедлению процесса моделирования). При необходимости проводить моделирование в реальном времени может возникнуть необходимость в приобретении более мощного и дорогостоящего вычислительного оборудования.

Учитывая вышесказанное, одной из задач оптимизации при создании имитационной модели закидного невода является балансировка (статическая или динамическая) значений описанных выше параметров моделирования. В качестве критериев балансировки можно взять тип участка невода и этап процесса рыболовства (выборки озерного закидного невода).

Другой задачей оптимизации математической модели является минимизация коллизий путем уменьшения количества связей между частицами модели (точечными массами), параметры которых вычисляются одновременно. Для ее решения можно воспользоваться алгоритмами разделения графов на слабосвязные сегменты и раскраски графов.

Предложенная математическая модель озерного закидного невода позволяет определять его силовые и пространственно-временные характеристики в процессе выборки по известным параметрам участков невода, внешней среды (зависимости поля скоростей потока воды от времени, зависимости профиля границ раздела вода-воздух от времени, профилю дна водоема), начальным условиям и внешнего воздействия от времени. По предложенной математической модели с применением оптимизации можно построить эффективную имитационную модель, на основе которой создать компьютерные программы.

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

### Литература

1. Недоступ А.А., Ражев А.О. Моделирование динамических характеристик ставной сети. Рыбное хозяйство. – № 2. – 2013. – С. 97–99.
2. Ламб Г. Гидродинамика: пер. с англ. – М.; Л., 1947. – 929 с;
3. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сборник трудов V международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2012». – М.: РУДН, 2012. – С. 27–31.
4. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сборник трудов V международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2012». – М.: РУДН, 2012. – С. 27–31.
5. Недоступ А.А. Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Монография. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 280 с.

6. Недоступ А.А., Наумов В.А., Ражев А.О., Белых А.В. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч.1: Монография. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 253 с.
7. Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства / М.М. Розенштейн. – М.: Колос, 2009. – 394 с.
8. Лоцухина Т.Е., Дорофеев В.А. Решение прикладных задач с использованием гетерогенных вычислительных систем // Алгоритмическое и программное обеспечение. Томский политехнический университет. – Томск, 2013. – С. 165–170.
9. Provot X. Deformation constraint in a mass-spring model to describe rigid cloth behavior. In *Proceedings of Graphics Interface '95*. – 1995. – С. 147–154.
10. Nedostup A.A., Razhev A.O. A discrete model of gill nets for static and dynamic problems / 11<sup>th</sup> International workshop – Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems DEMAT 2013. – V. 8. – 2013. – Germany. Rostock. – P. 13–22.
11. Недоступ А.А., Ражев А.О. Математическое моделирование динамических процессов крыла ставного подвешного невода при изменяющемся течении // Известия КГТУ. – 2014. – № 33. – С. 44–52.
12. Недоступ А.А., Ражев А.О. Разработка математической модели крыла ставного подвешного невода на волнении и в условиях шторма // Известия КГТУ. – 2014. – № 35. – С. 66–74.
13. Недоступ А.А., Ражев А.О. Исследование силовых и пространственных временных характеристик крыла ставного невода на волнении // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 86–88.

УДК 639.2.081.16:519.6

**А.А. Недоступ, А.О. Ражев**

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

### **СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ СТАВНОГО ПОДВЕСНОГО НЕВОДА В УСЛОВИЯХ ВОЛНЕНИЯ И НЕРАВНОМЕРНОГО ТЕЧЕНИЯ**

В статье предложена математическая модель, описывающая движение связанных участков ставного подвешного невода под действием внешних сил в условиях волнения и неравномерного течения. Предложены математические зависимости, связывающие силовые характеристики (усилия в оттяжках, натяжения в нитках сетной части и подборах) частей невода с их пространственно-временными и скоростными характеристиками. Данная математическая модель оптимизирована для дальнейшего применения в качестве основы при создании имитационных моделей различных процессов рыболовства, работающих на современных персональных компьютерах, графических станциях и комплексах, применительно к ставным подвешным неводам.

**Ключевые слова:** ставной подвешной невод, дифференциальные уравнения, динамика, точечная масса, метод взаимодействующих частиц, волна.

**A.A. Nedostup, A.O. Raghev**

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

### **CREATING A MATHEMATICAL MODEL OF WING OF FIXED SEINE MOTION DURING EXCITEMENT AND UNEVEN FLOW**

A mathematical model, describing of fixed hanging seine related sections motion under the external forces actions during excitement and uneven flow was suggested. Mathematical dependences linking the power parame-



ters (tension of braces, tension of nets threads and ropes) of seine parts with space-temporal and velocity parameters were proposed. This mathematical model was optimized for simulation model of various fisheries process, working on PC, graphics workstations or clusters and applied to fixed hanging seine.

**Key words:** fixed seine, differential equations, dynamics, point mass, method of particles interaction, wave.

Ставной неводной лов имеет большое промысловое значение в экономике России. С его помощью добывается 90% лосося и 100% нерестовой сельди. Одной из значимых проблем при эксплуатации ставных подвесных неводов является его штормоустойчивость. При проектировании ставных неводов необходимо учитывать то, чтобы в условиях критической гидрометеорологической обстановки обеспечить максимально возможный вылов в сравнительно короткие сроки.

Одной из основных задач для эффективного промысла является разработка методик расчета ставного невода (рис. 1) как при отсутствии течений, так и при их наличии; определение экспериментальных коэффициентов держащей силы различных типов якорей.

Разработке методов расчета и оптимизации параметров ставных неводов посвящены работы: Ф.И. Баранова, Н.Н. Андреева, А.И. Трещева, А.Ф. Лексуткина, В.С. Калиновского, В.Н. Войниканис-Мирского, Е.Е. Шапунова, В.Ф. Канина, Ю.С. Сергеева, Е.Д. Каракоцкого, А.И. Зонина, В.В. Гулина, В.А. Ионаса, В.А. Маркина, В.М. Халилова, М.Н. Коваленко, О.М. Лапшина, А.А. Недоступа, М. Tauti, М. Nomura и других авторов.

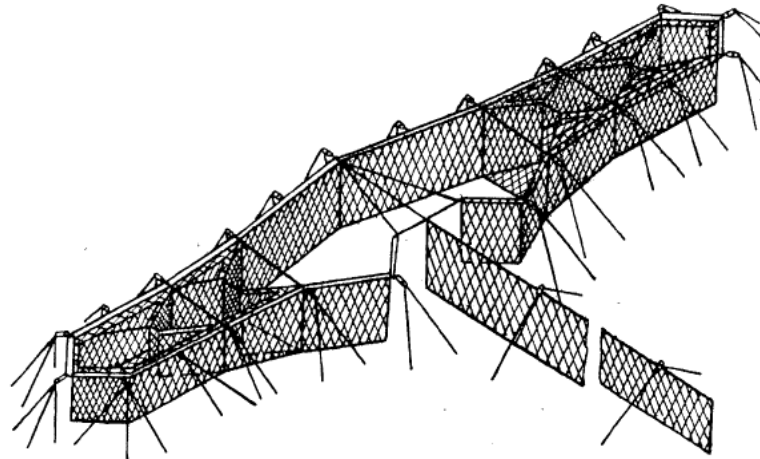


Рис. 1. Ставной подвесной невод

Проектирование ставных неводов требует проведения колоссальных объемов вычислений, так как сеть состоит из огромного количества ячей. Зачастую требуется изучить поведение натурального орудия рыболовства, что практически невозможно путем натурального эксперимента. Поэтому возникает необходимость в способах, позволяющих достаточно просто рассчитывать сложные системы, такие как ставные подвесные неводы, состоящие из тысячи и более элементов.

С развитием вычислительной техники компьютер все больше приходит на помощь разработчикам орудий рыболовства и рыбакам. Применение персонального компьютера в качестве средств автоматизации проектирования и в процессе эксплуатации орудий рыболовства позволяет сократить общее время его разработки и установки, уменьшить количество ошибок.

Современные вычислительные системы (к ним относятся и персональные компьютеры), являясь многопроцессорными и гетерогенными системами, обладают большой вычислительной мощностью. В настоящее время персональные компьютеры из-за своей невысокой стоимости доступны широкому кругу потребителей.

Одна из областей применения компьютера – это моделирование физических процессов. Применение в качестве вычислителя графических процессоров, входящих в состав современного персонального компьютера или рабочей станции, позволяет очень быстро моделировать множество однотипных элементов параллельно во времени с использованием дискретной модели системы.

Для имитационного моделирования таких сложных орудий рыболовства, состоящих из множества однотипных элементов (ниток, канатов), как ставные подвесные невода, необходимо множество вычислений. С учетом того, что современные персональные компьютеры и их ком-

плексы позволяют наиболее эффективно использовать свои вычислительные ресурсы при обработке множества данных по одному алгоритму с применением параллельных вычислений [9], необходимо оптимизировать математическую модель посредством соответствующего разбиения объекта моделирования (невода) на части, способные обрабатываться параллельно с минимизацией связей между элементами в разных частях.

Применительно к сетным орудиям рыболовства в общем и ставному подвесному неводу в частности за основу можно взять дискретную математическую модель, построенную с использованием метода взаимодействующих частиц или точечных масс. Данный метод является разновидностью метода конечных элементов. Суть метода заключается в представлении орудия рыболовства множеством точечных масс, связанных между собой.

Рассмотрим метод моделирования поведения крыла ставного подвесного невода, находящегося в потоке воды при наличии волнения. На верхней подборе крыла расположены оснастка и плав, нижняя подборка подгружена. Крыло ставного невода закреплено при помощи горизонтальных и наклонных оттяжек к якорю. На горизонтальных оттяжках расположен плав (рис. 2).

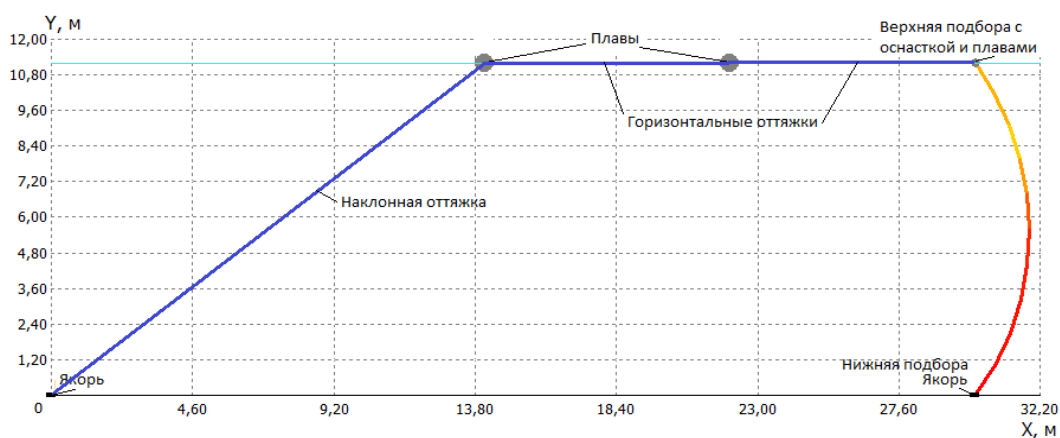


Рис. 2. Вид крыла ставного подвесного невода в плоскости OXY

Пусть поток воды направлен параллельно ее поверхности по нормали к крылу невода. При таких условиях расчет можно проводить в плоскости OXY, то есть в двумерном пространстве. В плоскости OXY крыло ставного невода представляет собой кривую линию. Применив метод конечных элементов, разобьем эту кривую на несколько участков и заменим каждый участок прямолинейным отрезком (рис. 3). Чем больше разбиений, тем точнее будет математическая модель. Аналогично поступим с оттяжками. Каждую оттяжку представим одним прямолинейным отрезком. Введем понятие узла как точку на конце отрезка. В результате получим ненаправленный односвязный граф, состоящий из множества вершин  $N$ , являющихся точками соединения отрезков (участков крыла невода и оттяжек) и множества ребер, замещающих отрезки.

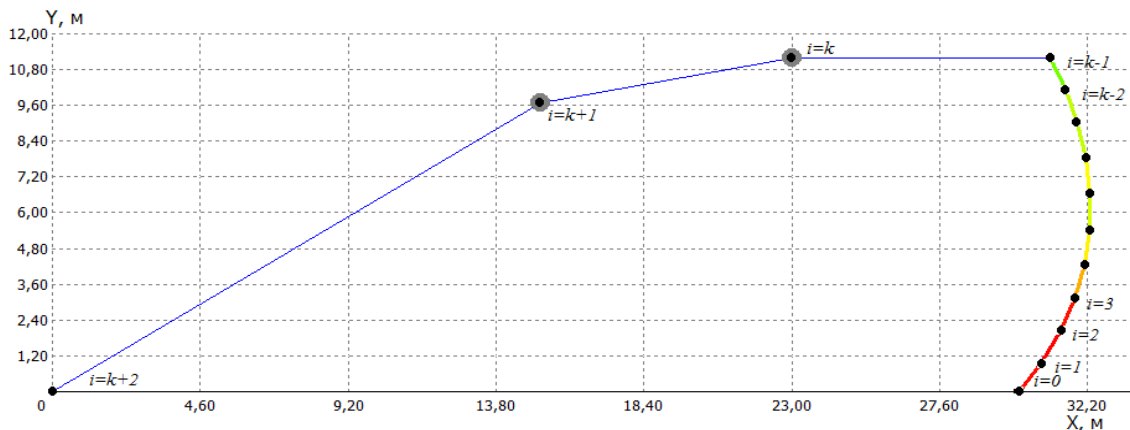


Рис. 3. Граф математической модели крыла ставного подвесного невода

Сосредоточим массы и веса всех участков невода в узлах графа. Составим дифференциальные уравнения движения и определим начальные условия для каждого узла  $i \in N$  (1) [1]:

$$\begin{cases} \frac{d\bar{v}_i}{dt} = \bar{w}_i, & \bar{v}_i(0) = \bar{0} \\ \frac{d\bar{r}_i}{dt} = \bar{v}_i, & \bar{r}_i(0) = \bar{r}_i^0 \end{cases}, \quad (1)$$

где  $v_i$  – скорость узла  $i$ ;  $w_i$  – ускорение узла  $i$ ;  $r_i$  – координаты узла  $i$ ;  $r_i^0$  – начальные координаты узла  $i$ ;  $t$  – время процесса моделирования.

Ускорение для каждого узла определяется из уравнения (2):

$$m_i \bar{w}_i = \sum_{j \in N_i} \left( \frac{\bar{r}_j - \bar{r}_i}{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|} \frac{T_{ij}}{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|} - \frac{\bar{R}_{ij} + (0, G_{ij})}{2} \right) + \bar{F}_i, \quad (2)$$

где,  $m_i$  – сосредоточенная масса в узле  $i$  с учетом присоединенной массы;  $w_i$  – узловое ускорение в точке  $i$ ;  $R_{ij}$  – сила гидродинамического сопротивления, действующая на участок невода или оттяжку между узлами  $i$  и  $j$ ;  $G_{ij}$  – вес участка невода или оттяжки между узлами  $i$  и  $j$ ;  $r_i$  – координаты узла  $i$ ;  $r_j$  – координаты узла  $j$ ;  $T_{ij}$  – сумма сил натяжения всех ниток, пересекающих плоскость, проходящую через узлы  $i$  и  $j$  параллельно плоскости OXZ;  $F_i$  – дополнительная сила, зависящая от узла  $i$ ;  $N_i$  – множество всех узлов, смежных узлу  $i$  по ребру  $(i, j)$ .

При расчете ускорений необходимо учесть влияние присоединенной массы. Для упрощения вычислений будем считать присоединенную массу каждой нитки как для цилиндра диаметром, равным диаметру нитки. Присоединенная масса для цилиндра равна массе жидкости в его объеме [2, 3].

Суммарная сила натяжения на участке  $(i, j)$  определяется из уравнения (3):

$$T_{ij} = \begin{cases} \left( \frac{|\bar{r}_j - \bar{r}_i|}{L_{ij}} - 1 \right) E_{ij} A_{ij} & \text{если } |\bar{r}_j - \bar{r}_i| > L_{ij} \\ 0 & \text{если } |\bar{r}_j - \bar{r}_i| \leq L_{ij} \end{cases}, \quad (3)$$

где  $A_{ij}$  – сумма площадей поперечного сечения всех ниток или оттяжек на участке  $(i, j)$  плоскостью, проходящей между узлами  $i$  и  $j$  параллельно плоскости OXZ;  $L_{ij}$  – длина участка  $(i, j)$  при  $T_{ij} = 0$  (без растяжения);  $E_{ij}$  – модуль упругости материала участка невода (для капрона принят  $1,7 \cdot 10^9$  Па).

Найдем для каждого узла  $m_i$  и  $F_i$ , а для каждого участка  $G_{ij}$ ,  $R_{ij}$  и  $A_{ij}$  и подставим их в уравнения (2) и (3). Массу, сосредоточенную в узле и вес участка, вычислим по формулам (4):

$$m_i = m_{0i} + \frac{1}{2} \sum_{j \in N_i} ((\rho_{ij} + \rho) V_{ij}),$$

$$G_{ij} = (\rho_{ij} - \rho) V_{ij} g, \quad (4)$$

где  $\rho_{ij}$  – усредненная плотность ниток участка  $(i, j)$ ,  $\rho$  – плотность воды,  $V_{ij}$  – объем ниток участка  $(i, j)$ ,  $m_{0i}$  – собственная масса (с учетом присоединенной) узла  $i$  без участков.

Для узлов  $i = [1 \dots k-2]$  и  $i = k$  (см. рис. 3) примем:  $F_i = 0$ ;  $m_{0i} = 0$ . Для узла  $i = 0$  (нижняя подбора, вертикальная оттяжка и якорь) дополнительная сила и собственная масса находятся по формулам (5):

$$\bar{F}_i = -\overline{(0, 2G_{naux} + G_B)} - \bar{e}_i R_G - \overline{(F_{jB}, 0)},$$

$$m_{0i} = \frac{(2nauxG + G_B)(\rho_G + \rho)}{(\rho_G - \rho)g}, \quad (5)$$

где  $G$  – погонный вес в воде нижней подборки;  $G_B$  – вес якоря вертикальной оттяжки;  $n$  – количество ячеей по верхней кромке крыла;  $u_x$  – посадочный коэффициент по верхней кромке крыла;  $a$  – шаг ячеей;  $R_G$  – сила гидродинамического сопротивления участка нижней подборки;  $e_i$  – единичный вектор, имеющий направление скорости перемещения узла  $i$  относительно потока воды;  $F_{fB}$  – сила удержания якоря вертикальной оттяжки;  $\rho_G$  – усредненная плотность нижней подборки с якорем.

Дополнительные силы и собственные массы для узлов находятся по формулам (6)–(8). Для узла  $i = k-1$  (верхняя подборка с плавками):

$$\begin{aligned}\bar{F}_i &= \overline{(0, 2Qnau_x)} - \bar{e}_i R_Q, \\ m_{0i} &= \frac{2nau_x Q (\rho_Q + \rho)}{(\rho - \rho_Q) g},\end{aligned}\quad (6)$$

где  $Q$  – погонная плавучесть верхней подборки;  $R_Q$  – сила гидродинамического сопротивления участка верхней подборки;  $\rho_Q$  – усредненная плотность верхней подборки.

Для узлов  $i = k$  и  $i = k+1$  (плав на горизонтальных оттяжках):

$$\begin{aligned}\bar{F}_i &= \overline{(0, Q_v)} - \bar{e}_i R_v, \\ m_{0i} &= \frac{Q_v (\rho_v + \rho)}{(\rho - \rho_v) g},\end{aligned}\quad (7)$$

где  $Q_v$  – плавучесть плавка,  $\rho_v$  – усредненная плотность плавка,  $R_v$  – сила гидродинамического сопротивления плавка.

Для узла  $i = k + 2$  (якорь на наклонной оттяжке):

$$\begin{aligned}\bar{F}_i &= -\overline{(0, G_H)} - \overline{(F_{fH}, 0)}, \\ m_{0i} &= \frac{G_H (\rho_{GH} + \rho)}{(\rho - \rho_{GH}) g},\end{aligned}\quad (8)$$

где  $G_H$  – вес якоря наклонной оттяжки;  $F_{fH}$  – сила удержания якоря наклонной оттяжки;  $\rho_{GH}$  – плотность якоря наклонной оттяжки.

Для вычисления силы гидродинамического сопротивления  $R_{ij}$  используются эвристические зависимости [4].

Геометрические характеристики участков деля (9):

$$\begin{aligned}L_{ij} &= 2ma\sqrt{1-u_x^2}, \\ A_{ij} &= 2n\frac{\pi d^2}{4}, \\ S_{ij} &= 4nmad, \\ V_{ij} &= \frac{\pi}{4}S_{ij}d, \\ F_o &= \frac{d}{au_x\sqrt{1-u_x^2}},\end{aligned}\quad (9)$$

где  $d$  – диаметр ниток деля крыла невода;  $m$  – количество ячеей по боковой кромке крыла.

Геометрические характеристики оттяжек (10):

$$\begin{aligned} A_{ij} &= \pi d_{ij}^2 / 4, \\ V_{ij} &= A_{ij} L_{ij}, \\ S_{ij} &= L_{ij} d_{ij}, \end{aligned} \quad (10)$$

где  $d_{ij}$  – диаметр оттяжки;  $L_{ij}$  – входной параметр;  $F_o = 1$ .

Рассчитаем гидродинамическую силу нижней и верхней подборок как для цилиндра, применив эмпирические зависимости (11):

$$\begin{aligned} R_G &= \frac{1}{2} b_1 k_{1G} \left( \frac{d_G |\bar{v}_0 - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_0 - \bar{v}|^2 \rho d_G (2anu_x), \\ R_Q &= \frac{1}{2} b_1 k_{1Q} \left( \frac{d_Q |\bar{v}_{k-1} - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_{k-1} - \bar{v}|^2 \rho d_Q (2anu_x), \end{aligned} \quad (11)$$

где  $d_G$  – диаметр нижней подборки;  $d_Q$  – диаметр верхней подборки;  $b_1 = 4,2$  – коэффициент для шестипрядных полиэтиленовых канатов [6,7];  $k_{1G}$ ,  $k_{1Q}$  – поправочные коэффициенты, определяющие удлинение цилиндра:

$$\begin{aligned} k_{1G} &= \frac{1}{1 + (d_G / (2anu_x))^{1/3}}, \\ k_{1Q} &= \frac{1}{1 + (d_Q / (2anu_x))^{1/3}}. \end{aligned} \quad (12)$$

Рассчитаем гидродинамическую силу сопротивления плавов как для цилиндра, применив эмпирические зависимости (13):

$$\begin{aligned} R_v &= \frac{1}{2} b_v k_v \left( \frac{d_v |\bar{v}_v - \bar{v}|}{g} \right)^{-0.16} |\bar{v}_v - \bar{v}|^2 \rho d_v h_v, \\ k_v &= \frac{1}{1 + (d_v / h_v)^{1/3}}, \end{aligned} \quad (13)$$

где  $d_v$  – диаметр пенопласта вешки;  $h_v$  – высота пенопласта вешки;  $b_v = 3,0$  – коэффициент для гладкого цилиндра [5];  $k_v$  – поправочный коэффициент, определяющий удлинение цилиндра;  $v_v$  – абсолютная скорость плава.

Сила удержания якорей (14):

$$F_f = \begin{cases} \operatorname{sgn}((\bar{v}_G - \bar{v})_x) f F_y & |F_y| < 0 \\ 0 & |F_y| \geq 0 \end{cases}, \quad (14)$$

$$F_{i,y} = \left( \sum_{j \in \{1,k\}} \left( \frac{\overline{r_j} - \overline{r_i}}{|\overline{r_j} - \overline{r_i}|} \frac{T_{i,j}}{2} - \frac{\overline{R_{i,j}} + (0, G_{i,j})}{2} \right) + \overline{F_i} \right)_y,$$

где  $F_{i,y}$  – проекция на ось ОУ равнодействующей сил за вычетом силы трения, приложенных к якорю;  $f$  – коэффициент держащей силы;  $v_G$  – абсолютная скорость якоря;  $r_i$  – координаты якоря.

При волнении и в условиях шторма граница раздела вода-воздух (профиль волны) изменяется во времени.

Учитывая вышесказанное для определения сил взаимодействия ставного подвесного невода с внешней средой необходимо найти:

1) мгновенное значение вектора скорости течения в произвольной точке пространства и времени (поля скорости течения);

2) профиль волны в произвольное время (для двумерной постановки задачи – зависимость вертикальной координаты границы раздела вода-воздух от горизонтальной координаты и времени).

Рассмотрим волновую модель Стокса-Релея [8,9,10], имеющую место в условиях ограниченной глубины. В данной модели при волнении частицы воды движутся по эллиптическим траекториям. Профиль волны показан на рис. 4.

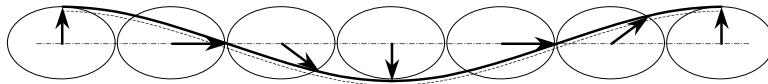


Рис. 4. Профиль волны, соответствующий модели Стокса-Релея

Размер полуосей эллипса определяется по формулам (15) [11]:

$$\begin{aligned} a_0(z_0) &= \frac{h}{2} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\sinh(k \cdot H)} \\ b_0(z_0) &= \frac{h}{2} \cdot \frac{\sinh(k \cdot z_0)}{\sinh(k \cdot H)}, \end{aligned} \quad (15)$$

где  $a_0$  – горизонтальная,  $b_0$  – вертикальная полуоси эллипса;  $h$  – высота волны;  $k = 2\pi/\lambda$ ;  $\lambda$  – длина волны;  $H$  – глубина места лова;  $z_0$  – высота от дна водоема;  $d_0 = 0.25\pi h^2 / \lambda$  – поднятие центра орбит, вызванное несимметричностью волны относительно линии, определяющей положение воды в покое [10].

Профиль волны в декартовых координатах  $(x; z)$  определяется системой параметрических уравнений (16):

$$\begin{cases} x = R \cdot t_w + a_0 \cdot \sin t_w + ct \\ z = H + d_0 - b_0 \cdot \cos t_w \end{cases}, \quad (16)$$

где  $R = 1/k$ ;  $t_w$  – параметр;  $c$  – скорость распространения волны (17);  $t$  – время.

$$c = \sqrt{g \cdot R \tanh(k \cdot H)}, \quad (17)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения.

Вектор скорости воды  $(u; w)$  в точке  $(x_0; z_0)$  является суммой трех составляющих:

$$(u; w) = (v; 0) + (u_g; 0) + (u_w; w_w), \quad (18)$$

где  $v$  – скорость вынужденного течения (приливно-отливное, речное);  $u_g$  – скорость волнового течения;  $u_w$  – горизонтальная и  $w_w$  – вертикальная составляющие скорости вращения воды, вызванного волной.

Скорость вращения воды, вызванного волной определяется системой параметрических уравнений (19) [5]:

$$\begin{cases} u_w = \frac{h \cdot g}{2 \cdot c} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)} \cdot \cos t_w \\ w_w = \frac{h \cdot g}{2 \cdot c} \cdot \frac{\sinh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)} \cdot \sin t_w \end{cases} \quad (19)$$

Скорость волнового течения [12]:

$$u_g = u_{en} \cdot \frac{\cosh(k \cdot z_0)}{\cosh(k \cdot H)}, \quad (20)$$

где  $u_{en} = 0.25h^2k^2c$  – скорость ветрового течения на поверхности.

Скорость вынужденного течения [11]:

$$v = v_n \sqrt{1 - (0.57 + 3.3/C) \frac{(H - z_0)^2}{H^2}}, \quad (21)$$

где  $v_n$  – скорость вынужденного течения на поверхности;  $C$  – коэффициент формулы Шези, изменяющийся для рек в пределах 10–60 м<sup>1/2</sup>/с.

Предложенная математическая модель позволяет определить его силовые и пространственно-временные характеристики крыла ставного подвешного невода на волнении и при неравномерном течении по его известным параметрам, полученным по результатам расчета основных параметров. По разработанному методу расчета была создана компьютерная программа моделирования крыла ставного подвешного невода на волнении при неравномерном течении.

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

### Литература

1. Недоступ А.А., Ражев А.О. Моделирование динамических характеристик ставной сети. Рыбное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 97–99.
2. Ламб Г. Гидродинамика: пер. с англ. – М.-Л., 1947. – 230 с.
3. Риман И.С., Крепс Р.Л. Присоединенные массы тел различной формы. – М., 1947. – 56 с.
4. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сборник трудов V международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2012» / РУДН. – М., 2012. – С. 27–31.
5. Недоступ А.А., Володько Д.А., Ражев А.О. Гидродинамический расчет рыболовной сети // Сборник трудов V международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2012» / РУДН. – М., 2012. – С. 27–31.
6. Недоступ А.А. Методы расчета пассивных сетных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Монография. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 280 с.
7. Недоступ А.А., Наумов В.А., Ражев А.О., Белых А.В. Математическое моделирование орудий и процессов рыболовства. Ч.1: Монография. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2013. – 253 с.
8. Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства / М.М. Розенштейн. – М.: Колос, 2009. – 394 с.
9. Розенштейн М.М., Недоступ А.А. Механика орудий рыболовства / М.М. Розенштейн, А.А. Недоступ: Учебник для вузов. – М.: Моркнига, 2011. – 527 с.
10. Безруков Ю.Ф. Колебания уровня и волны в Мировом океане // Учебное пособие. – Симферополь: Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, 2001. – 50 с.
11. Судольский А.С. Динамические явления в водоемах: Монография. – Л.: Гидрометеиздат. Ленинград. 1991. – 263 с.
12. Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши): Учебное пособие. – 2-е изд. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 530 с.

УДК 629.5.05

**С.Ю. Носаль**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: nosal.2012@mail.ru*

## **СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ**

В статье рассматриваются и анализируются современные системы, применяемые для навигации морских судов. Кроме того, приводится сравнительный анализ современных методов навигации и методов середины XX века.

**Ключевые слова:** искусственный спутник Земли, глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), GPS, автоматическая идентификационная система (АИС), судно, географические координаты.

**S.Y. Nosal**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatski, 683003  
e-mail: nosal.2012@mail.ru*

## **THE MODERN SYSTEMS OF NAVIGATION**

Modern systems used for marine ships navigation are considered and analyzed in this article. Besides, there is a comparative analysis of up-to-date and of the 20<sup>th</sup> century methods of navigation.

**Key words:** artificial satellite of the Earth, Global Navigation Satellite System (GNSS), Global Positioning System (GPS), automatic identifying system (AIS), ship, geographical position.

Во второй половине 20-х века, а именно в 1961 г., мир вошел в новую, космическую, эру. Запуск первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) вывел народно-хозяйственную сферу, а вместе с ней морскую отрасль, на новый уровень. Уже через четыре года в СССР начала функционировать первая спутниковая радионавигационная система. Кроме того, к этому времени успешно работали спутниковые системы связи и телевидения.

Развитие информатики, микросхемотехники и некоторых других наукоемких отраслей привело к тому, что с помощью ИСЗ специализированный микропроцессор может практически непрерывно вычислять географические координаты той точки Земли и околоземного пространства, в которую его поместили. Поэтому в настоящее время определение местоположения судна не составляет труда. Сейчас в мире существует четыре проекта глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС): два действующих – американский «GPS» и российский «ГЛОНАСС» и два разворачиваемых – европейский «Galileo» и китайский «Compass» [1].

Для достижения глобальности навигационно-временного обеспечения в штатном составе космического сегмента четырех упомянутых проектов должно быть:

- GPS – 24 спутника семейства NAVSTAR GPS;
- ГЛОНАСС – 24 спутника серии ГЛОНАСС-М;
- Galileo – 30 спутников серии GALILEO;
- Compass – 51 спутник (в перспективе 66).

На территории России действуют две системы ГНСС: «ГЛОНАСС» и «GPS», применяются совмещенные приемники ГЛОНАСС/GPS. Упрощенно их работа выглядит так.

Спутники передают на Землю сигналы, закодированные особым образом (амплитудно-фазовая модуляция). На Земле приемники системы принимают эти сигналы. Принятые сигналы после специальной обработки позволяют определить расстояние от спутника до судна. (Опреде-



ляется время распространения сигнала от спутника до судна, а зная скорость света, можно вычислить и расстояние). Одновременное определение расстояний до трех спутников позволяет вычислить место судна, как точку пересечения трех сфер. В силу неизбежного появления погрешностей измерения расстояний реально получается не точка, а сферическая пирамида, в которой четвертой сферой выступает земная поверхность. Специальные математические методы, применяемые в процессоре приемника, позволяют определить географические координаты судна внутри указанной пирамиды с очень высокой точностью. При одновременном приеме сигналов от четырех спутников определяются не только географические координаты, но и высота приемника над уровнем моря, что очень важно для воздушных судов [2].

А. Шилов, заместитель руководителя Роскосмоса, уверен, что после Министерства обороны самый весомый заказчик всех космических услуг – Минтранс. Система спутниковой навигации «ГЛОНАСС» призвана оптимизировать перемещение транспортных средств и обеспечить безопасность на всех видах транспорта [3].

Следует заметить, что во время развала СССР система «ГЛОНАСС» находилась в стадии формирования космического сегмента. С 90-х годов XX в. до начала XXI в. система приходила в упадок. Только примерно с 2005 г. начинается новый этап в развитии системы. На данный момент она является действующей. В ней функционирует 24 спутника, один находится в резерве, а два выведены на орбиту и проходят испытания (таблица 1).

Таблица 1

Космический сегмент системы «ГЛОНАСС»

Сист. номер/точка	Космос	Плоск	Номер НКА	Литер	Дата запуска	Дата ввода в систему	Наработка КА (ГГ-ММ-ДД)	Время информации	Статус КА	Исправность по факту	Погрешность ПД, [м]
1/1	2456	1	730	1	14.12.2009	30.01.2010	05-02-07	18.02.2015 05:15:00	в системе	Исправен	-2.08
2/2	2485	1	747	-4	26.04.2013	04.07.2013	01-09-28	текущее	в системе	Исправен	1.08
3/3	2476	1	744	5	04.11.2011	08.12.2011	03-03-17	текущее	в системе	Исправен	-0.41
4/4	2474	1	742	6	02.10.2011	25.10.2011	03-04-20	текущее	в системе	Исправен	-1.47
5/5	2458	1	734	1	14.12.2009	10.01.2010	05-02-07	текущее	в системе	Исправен	-0.77
6/6	2457	1	733	-4	14.12.2009	24.01.2010	05-02-07	текущее	в системе	Исправен	2.60
7/7	2477	1	745	5	04.11.2011	18.12.2011	03-03-17	текущее	в системе	Исправен	0.05
8/8	2475	1	743	6	04.11.2011	20.09.2012	03-03-17	текущее	в системе	Исправен	-0.10
9/9	2464	2	736	-2	02.09.2010	04.10.2010	04-05-20	текущее	в системе	Исправен	-2.45
10/10	2424	2	717	-7	25.12.2006	03.04.2007	08-01-27	текущее	в системе	Исправен	1.97
11/11	2436	2	723	0	25.12.2007	22.01.2008	07-01-27	текущее	в системе	Исправен	0.67
12/12	2465	2	737	-1	02.09.2010	12.10.2010	04-05-20	текущее	в системе	Исправен	0.10
13/13	2434	2	721	-2	25.12.2007	08.02.2008	07-01-27	текущее	в системе	Исправен	6.22
14/14	2425	2	715	-7	25.12.2006	03.04.2007	08-01-27	текущее	в системе	Исправен	0.69
15/15	2426	2	716	0	25.12.2006	12.10.2007	08-01-27	текущее	в системе	Исправен	5.11
16/16	2466	2	738	-1	02.09.2010	11.10.2010	04-05-20	текущее	в системе	Исправен	-0.07
17/17	2478	3	746	4	28.11.2011	23.12.2011	03-02-23	текущее	в системе	Исправен	-1.25
18/18	2491	3	754	-3	24.03.2014	14.04.2014	00-11-01	текущее	в системе	Исправен	-3.35
19/19	2433	3	720	3	26.10.2007	25.11.2007	07-03-27	текущее	в системе	Исправен	-1.23
20/20	2432	3	719	2	26.10.2007	27.11.2007	07-03-27	текущее	в системе	Исправен	0.27
21/21	2500	3	755	4	14.06.2014	03.08.2014	00-08-09	текущее	в системе	Исправен	-0.47
22/22	2459	3	731	-3	02.03.2010	28.03.2010	04-11-24	текущее	в системе	Исправен	1.84
23/23	2460	3	732	3	02.03.2010	28.03.2010	04-11-24	текущее	в системе	Исправен	-0.33
24/24	2461	3	735	2	02.03.2010	28.03.2010	04-11-24	текущее	в системе	Исправен	0.06

В 2006 г. Международная морская организация (ИМО) ввела обязательную судовую систему охранного оповещения, которая выдает в автоматическом режиме координаты судна 4 раза в сутки. Источником координат для данных систем являются приемники стандарта «ГЛОНАСС», встроенные в АИС (автоматическую идентификационную систему) [3].

АИС – многофункциональная информационно-техническая система, оборудование которой устанавливается на судах и в береговых службах в целях обеспечения безопасности мореплавания и автоматизации обмена навигационной информацией.

В состав АИС входят следующие основные компоненты:

- мобильные станции (транспондеры), устанавливаемые на судах, а также на других объектах (поисково-спасательные летательные аппараты, средства навигационного оборудования – СНО);
- радиоканал АИС, обеспечивающий обмен информацией между мобильными и береговыми станциями АИС;
- цепь береговых станций АИС, включающая базовые станции, симплексные и дуплексные репитеры;
- информационная сеть АИС, связывающая базовые станции АИС с береговыми службами;
- оборудование АИС, устанавливаемое в береговых службах (системы управления движением судов, системы судовых сообщений, береговая охрана, портовый контроль, морские спасательно-координационные центры, гидрографическая служба и другие).

Цепь станций АИС, информационная сеть и оборудование, устанавливаемое в береговых службах, объединяются понятием «береговой сегмент АИС».

АИС обеспечивает:

- автоматическую и регулярную передачу судном другим судам и береговым службам информации, включающей сведения о судне, координаты, курс, скорость и другие данные;
- автоматический прием, обработку и отображение аналогичной информации от других судов и береговых служб;
- автоматическое сопровождение (прокладку движения) судов, оборудованных АИС, в целях предупреждения столкновений, а также контроля и регулирования судоходства;
- автоматизированный обмен сообщениями, связанными с безопасностью мореплавания, между судами и береговыми службами [4].

Иными словами, АИС – это своего рода биополе судна, содержащие всю информацию о судне (технические характеристики, курс судна, скорость, экипаж, состояние судна и т.д.).

АИС обязательны для установки на судах грузоподъемностью свыше 300 регистровых тонн (р. т.), совершающих международные рейсы, и свыше 500 р. т. для судов, не совершающих международные рейсы, а также пассажирских судов вне зависимости от размера [5].

С 2009 г., согласно требованиям ИМО, стала обязательной регистрация судов, совершающих международные рейсы, в системе ОСДР (опознавание судов на дальнем расстоянии), которая дает координаты судна 6 раз в сутки.

Судовая система охранного оповещения и ОСДР работают на основе судовых терминалов стандарта Инмарсат-С и Инмарсат-D+ (Инмарсат – специальная система морской спутниковой связи). Источником координат для них являются встроенные либо внешние GPS-приемники.

Приемники ГНСС и АИС обязательно должны быть установлены на морских судах в соответствии с требованиями Правила 19 Главы V Конвенции СОЛАС. К настоящему времени для навигационного обеспечения морских судов Международной морской организацией одобрены системы «GPS» и «ГЛОНАСС». Суда оборудуются комбинированными приемниками ГНСС ГЛОНАСС/GPS [5].

Для судов, не подпадающих под требования Правила 19 пятой главы СОЛАС, морские Администрации государств должны установить национальные требования к установке оборудования АИС. В отсутствие таких требований на данные типы судов распространяются общие требования Конвенции СОЛАС.

Надо отдельно сказать о точности определения места судна, указанной в СОЛАС – 74. Выделим два момента: плавание в открытом море и плавание в стесненных условиях (порты, побережье, проливы, каналы). В первом случае среднеквадратическая погрешность (СКП) определения должна быть не хуже 100 м. (с вероятностью 95%). Во втором – не хуже 10 м. (с той же вероятностью) [5]. Указанные выше глобальные навигационные системы обеспечивают указанную для первого случая точность. Для обеспечения точности определения места в стесненных условиях предусмотрены локальные дифференциальные подсистемы (ЛДПС).

Надо отметить, что и в «доспутниковую» эпоху существовало достаточное количество радионавигационных систем, позволяющих определять место судна не просторах Мирового океана. Их называют «гиперболические радионавигационные системы». В этих системах место судна определяется как точка пересечения двух или нескольких гипербол. Этим и объясняется их общее название.

Гиперболой называется геометрическая кривая второго порядка, на которой разность расстояний от двух других фиксированных точек, называемых «фокусы», есть величина постоянная.

ная. Для определения двух и более разностей расстояний в фокусах таких систем устанавливают передающие радиостанции, работающие совместно и согласованно. Несколько таких радиостанций объединяют в группу, называемую «цепочка РНС». Все станции одной цепочки излучают радиоволны, у которых есть единый параметр. Таким параметром может быть либо частота, либо период излучения группы импульсов, либо то и другое одновременно [2].

Разность расстояний в гиперболических РНС определяется на основе измерения радионавигационного параметра. Радионавигационным параметром может быть разность моментов времени прихода в точку приема двух коротких радиоимпульсов, одновременно излученных из двух фокусов. Это может быть и разность фаз двух или нескольких колебаний, синхронно излучаемых из фокусов. В одной из самых совершенных радионавигационных систем измеряются оба радионавигационных параметра, что позволяет определять место судна с точностью около 15–25 метров на расстояниях от берега до 1200 морских миль. Точность определения места зависит от положения точки относительно «базы» – условной линии, соединяющей станции. В середине 80-х годов XX в. появились автоматические приемники таких РНС. Они широко использовались на морском флоте до середины девяностых годов XX в. [6]. И только глобальность спутниковых РНС явилась определяющим фактором, перед которым наземные гиперболические РНС не устояли. В настоящее время они либо законсервированы, либо полностью закрыты.

Ради справедливости следует отметить, что полностью автоматическими указанные выше приемники не были. После включения необходимо было настроить такой приемник. Для его правильной настройки необходимо было убедиться, что автоматическое устройство обрабатывает тот период колебаний, на котором есть «особая» точка. В противном случае надо было вручную изменить показания прибора на 10 микросекунд вперед или назад. Для этой операции надо было обладать специальными знаниями, которые приобретались в специальном курсе радиотехники или радионавигации [6].

Сравнивая спутниковые и наземные радионавигационные системы, можно сделать вывод в пользу спутниковых систем. Более конкретно это сравнение рассмотрим в приведенной ниже таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ наземных и спутниковых РНС

Параметр сравнения	Спутниковые РНС	Гиперболические РНС
Зона действия	Вся Земля и околоземное пространство	До 1200 миль от берега
Точность определения места	В порту 0,5–2 метра В море 10–50 метров	От 15 до 25 метров в зависимости от удаления от базы
Непрерывность	Непрерывное	Непрерывное
Полная автоматизация	После первого включения	После каждого включения
Зависимость от пространственных сигналов	Не зависят	Зависят

Из таблицы видно, что спутниковые радионавигационные системы выигрывают практически по всем параметрам сравнения. Но решающую роль сыграла их глобальность, высокая точность в портах и независимость от пространственных сигналов.

### Литература

1. <http://ria.ru/incidents/20090812/180655130.html>.
2. Коновалов В.В., Кузнецова Л.И., Мельников Н.П., Причкин О.Б. Судовые радионавигационные приборы: Учебник для мореход. училищ. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1989. – 223 с.
3. [http://www.marcomm.ru/news/ID\\_13.html](http://www.marcomm.ru/news/ID_13.html).
4. Маринич А.Н., Проценко И.Г., Резников В.Ю., Устинов Ю.М., Черняев Р.Н., Шигабутдинов А.Р. Судовая автоматическая идентификационная система. – Судостроение, 2004. – 207 с.
5. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года (СОЛАС-74). (Консолидированный текст, измененный Протоколом 1988 года к ней, с поправками). – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. – 992 с.
6. Дуров А.А., Кан В.С., Мищенко И. Н., Никитенко Ю.И., Устинов Ю.М. Судовая радионавигация. Радионавигационные устройства и системы: Учебник для вузов. – М., 1998. – 205 с.

УДК 639.2.081.1:639.228

**Е.В. Осипов**

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
Владивосток, 690087  
e-mail: oev@mail.ru*

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЯРУСНОГО ПРОМЫСЛА СИНЕКОВОГО ПАЛТУСА**

В работе предложена промысловая схема и устройство, позволяющее исключить объедание улова (синекорого палтуса) касатками во время выборки ярусных порядков. Устройство представляет собой погружную конструкцию с системой ловушек, отсекателем улова и накопителем, что позволяет опускать устройство на глубину большую, чем погружаются касатки, и накапливать улов, а после окончания переборки устройство выбирать и выливать улов.

**Ключевые слова:** промысловая схема, касатки, исключение объедания улова.

**E.V. Osipov**

*Far State Technical Fishery University,  
Vladivostok, 683003  
e-mail: oev@mail.ru*

### **PERFECTION LONGLINE FISHING GREENLAND HALIBUT**

In the paper we propose a scheme of fishing and the device allowing to exclude grazing catch (Greenland halibut) by killer whales during sampling longline orders. The device is a submersible structure with a system of traps, shut off the catch and drive that allows to lower the unit to a depth greater than the killer whales dive and to accumulate catch and after bulkhead end it is the device to select and pour catch.

**Key words:** fishing scheme, killer whales (*Orcinus orca*), grazing exclusion catch.

В настоящее время на промысле ярусами наблюдается объедание улова морскими млекопитающими, что снижает рентабельность промысла, а в отдельных районах промысел ярусами сворачивается.

Для решения этой проблемы существует два подхода. Первый подход связан с использованием акустических приборов [1], излучающих сигналы в диапазоне частот, которые отпугивают млекопитающих из зоны выборки яруса, или маскирующих работу механизмов выборки яруса и судна, а также использующих комплексно эти типы излучений в различных вариантах. Однако практика применения подобных систем на промысле показывает, что млекопитающие через некоторое время адаптируются к таким системам и продолжают объедать улов, при этом в дальнейшем такие акустические системы используются млекопитающими в качестве приманки. В настоящее время не исследовано в полном объеме влияние таких акустических систем на здоровье экипажа, однако на практике отмечено, что некоторые члены экипажа во время работы этих акустических систем испытывают угнетенное состояние.

Второй подход состоит [2] в применении специального механического устройства, представляющего собой мальгогер. Устройство опускается с помощью тросов на глубину. Через устройство осуществляется выборка яруса. На тросах крепятся электроды и светильники, которые подключаются к электрическим кабелям, и при подаче тока формируются энергетические и информационные сигналы, создающие вокруг яруса импульсное световое поле определенной яркости и импульсное электрическое поле необходимой напряженности.

К недостаткам данного устройства относятся

– большая вероятность схода рыбы с яруса при проходе его через опускаемый мальгогер;

– близкое расстояние между канатами с током и хребтиной создает большую вероятность зацепа хребтины за эти канты, светильники и электроды, в результате чего возникает аварийная ситуация и прекращается выборка;

– трудности контроля движением судна при выборке яруса, поскольку мальгогер находится на большой глубине и при движении судна отклоняется под действием набегающего потока, что увеличивает зацеп яруса за канаты;

– для создания светового и электрического поля необходимо на судне устанавливать систему генерации электрического тока большой мощности.

Рассмотренные подходы к снижению или исключению объедания улова не используются в настоящее время на промысле, что связано с ограниченными возможностями управления поведением касаток, особенностью выборки яруса, когда часть его хребтины находится на большом расстоянии от судна.

Для решения данной задачи разработано устройство, которое буксируется за судном при выборке яруса на глубине, недоступной морским млекопитающим (для касаток (*Orcinus orca*) более 250 м), имеющее системы пропуска внутрь себя хребтины без потери улова, отсоединения улова и накопителя улова.

На рис. 1. показано устройство для переборки яруса в разрезе, вид сбоку судна, а на рис. 2 показано устройство для переборки яруса, вид с носа судна.

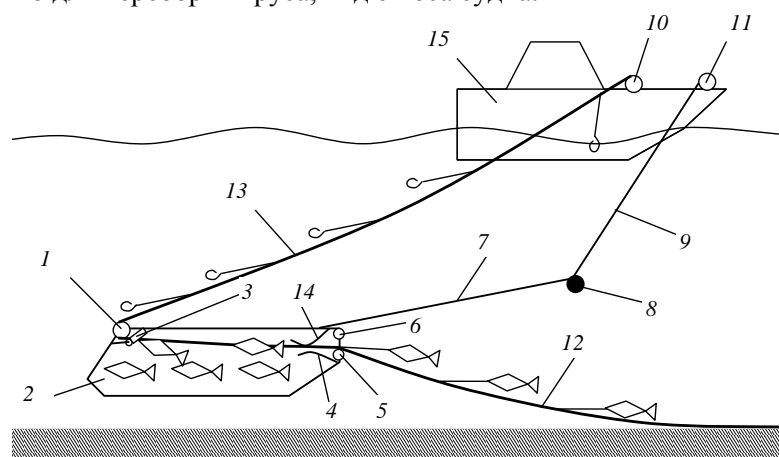


Рис. 1. Устройство для переборки яруса в разрезе, вид сбоку судна

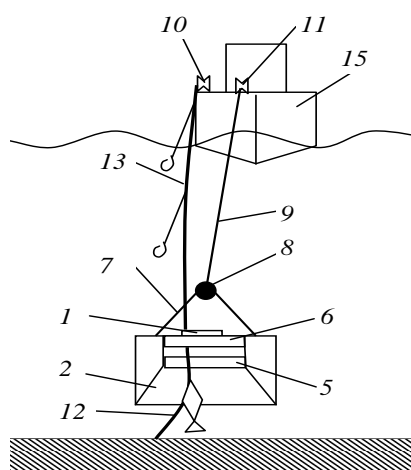


Рис. 2. Устройство для переборки яруса в разрезе, вид с носа судна

Устройство для переборки яруса содержит выходное окно, выполненное в виде рола 1, накопитель для рыбы 2, отсека-тель 3, открывок нижний 4 и верхний 14, входное окно в виде мальгогера с нижним ролом 5 и верхним ролом 6, оттяжки 7, груз 8, трос 9.

Устройство для переборки яруса движется за судном с помощью оттяжек 7 и троса 9, глубина регулируется грузом 8 и длиной троса 9 за счет лебедки 11. Во время выборки с помощью лебедки 10 хребтина яруса с уловом (рыбами) 12 проходит через входное окно, в виде мальгогера с нижним ролом 5 и верхним ролом 6, и входит в накопитель 2, в конце которого проходит через отсека-тель 3, который отсоединяет улов с крючков. Далее хребтина яруса без улова 13 через выходное окно, выполненное в виде рола 1, направляется на лебедку 10. Отсоединенная рыба находится в накопителе 2 выход, из которого блокируется открывками 4 и 14. После окончания подъема

хребтины яруса 13 с помощью троса 9 устройство для переборки яруса поднимается на борт судна, а находящийся в накопителе улов изолирован от доступа к нему морских млекопитающих.

На рис. 1 и 2 показан вариант использования устройства для переборки яруса с имеющимся рыболовным судном. В настоящее время начали выпускать суда с выборкой яруса ниже ватер-линии под килем судна, а также с борта судна с помощью специального устройства. Практика

показала, что в этих случаях отрыв рыбы с крючка самоуправляется, поскольку отсутствует качка. Эти схемы позволяют уменьшить количество людей при работе на палубе и увеличить скорость выборки яруса, тем самым возрастает экономическая эффективность промысла. Применение предлагаемого устройства для переборки яруса обладает такими же свойствами.

Для вновь вводимых судов использование устройства для переборки яруса позволит использовать классические суда (без выборки из под киля судна и ниже ватерлинии). При этом систему постановки и выборки яруса можно разместить в кормовой части по модульному принципу, а в носовой части закрепить мальгогер для выборки концевых буйрепов яруса с буйами и якорями. Это позволит на судах быстро переходить с одного вида промысла на другой, снимая модуль с кормовой части судна.

### **Литература**

1. Способ управления поведением морских животных при промысле рыбы: Пат. 2218583 Рос. Федерация. № 2002104655/09; заявл. 20.02.02; опубл. 10.12.03, Бюл. № 14. – 7 с.
2. Способ отпугивания морских млекопитающих от орудий лова: Пат. 2335124 Рос. Федерация. № 2007111041/28; заявл. 26.03.07; опубл. 10.10.08, Бюл. № 28. – 7 с.

УДК 621.314.11:629.5.03

**А.В. Петрунин, С.Ю. Труднев**

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

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ И ШТАТНЫХ СИСТЕМ ЗАПУСКА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫХ АГРЕГАТОВ**

Материал посвящен техническому решению старения флота путем модернизации отдельных энергоузлов, модернизации систем автоматического запуска дизель-генераторных агрегатов. Представлена функциональная схема, а также дано подробное ее описание. Обоснованы основные преимущества предлагаемого устройства перед аналогами.

**Ключевые слова:** программируемый микроконтроллер, главный распределительный щит, синхронный генератор, система автоматического регулирования частоты вращения, система автоматического регулирования напряжения.

**A.V. Petrunin, S.U. Trudnev**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatski, 683003  
e-mail: MrMertvec@inbox.ru*

### **MODERNIZATION OF THE AUTOMATION OF EMERGENCY AND REGULAR SYSTEMS START DIESEL GENERATOR SETS**

The article is devoted to the technical solution of aging fleet modernization through individual generation centers and modernization of the automatic start generating units. The functional diagram was described in details. The main advantages of the proposed device in comparison with analogues were enumerated.

**Key words:** programmable microcontroller, main switchboard, synchronous generator, automatic speed control, automatic voltage control.

На сегодняшний день все больше актуальна проблема устаревания судов и их внутреннего оснащения. Это приводит к тому что возникает необходимость увеличивать затраты на их обслуживание и содержание, приводит к частым поломкам [1].

Техническое состояние автоматики и электрооборудования рыбопромысловых судов Камчатского края находится в критическом положении, так как большинство рыбопромысловых судов имеют срок службы более 20 лет (рис. 1).



Рис. 1. Судно рыбопромыслового флота

Наряду с техническим прогрессом к судовой автоматике предъявляют все более жесткие требования, в результате этого происходит ежегодное списание судов. За последние 20 лет количество судов российского флота сократилось более чем на 30 процентов и, по прогнозам, эта цифра будет увеличиваться.

Полное обновление рыбопромыслового флота требует больших капиталовложений, поэтому целесообразной будет модернизация судовых электроэнергетических систем путем внедрения современного оборудования с улучшенными техническими характеристиками и высоким КПД.

Модернизация, как правило, осуществляется за счет частичного переоборудования отдельных силовых систем, в результате увеличивается мощность потребителей, из-за чего приходится увеличивать и мощность судовой электроэнергетической системы, устанавливая дополнительные синхронные генераторы более высокой мощности, это приводит к дополнительным затратам и демонтажу установленных генераторных агрегатов. С другой стороны, основным потребителем всех переоборудуемых судовых систем является электрическая машина, ее особенностью является потребление высоких пусковых токов, и генераторные агрегаты должны обеспечить пусковой режим таких потребителей.

На рынке существуют системы автоматического контроля. Но они имеют целый ряд недостатков, такие как:

- зависимость от окружающей среды;
- высокие массогабаритные показатели;
- высокая ненадежность.

Решением данной проблемы будет внедрение современных технологий, изображенное на примере разработанного устройства, представленного на рисунке 2.

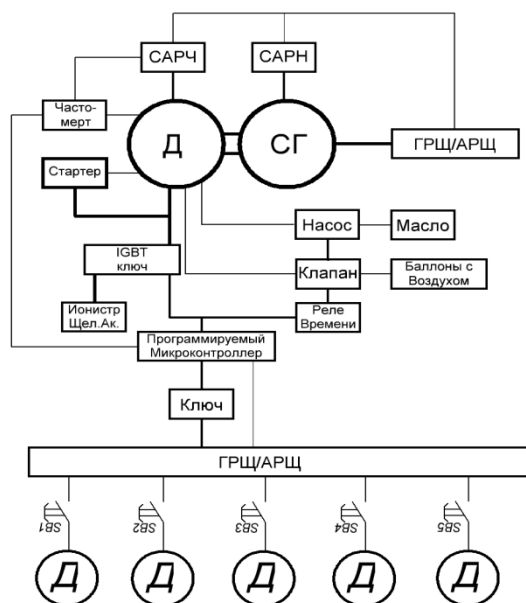


Рис. 2. Модернизация аварийных и штатных систем:  
 Д – дизель, СГ – синхронный генератор, ГРЩ/АРЩ – главный/аварийный распределительный щит,  
 САРЧ – система автоматического регулирования частоты вращения,  
 САРН – система автоматического регулирования напряжения

Модернизация системы заключается во внедрении интегральных систем управления процессом запуска ДГА путем подключения источника нового поколения высокой удельной мощности через управляемые ключи с изолированным затвором.

Математическое описание системы запуска [1]:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{C \cdot U}{t}, \quad (1)$$

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2}, \quad (2)$$

где  $I$  – пусковая сила тока;  $Q$  – заряд;  $C$  – емкость;  $t$  – время;  $W$  – мощность.

Устройство работает следующим образом.

При изменении напряжения в сети программируемый контроллер включает реле времени и IGBT-ключ. Реле в свою очередь открывает клапан, пускающий воздух для прочистки двигателя, и включает насос для прокачки масла через систему. Ключ включает в сеть источник питания, который в свою очередь питает ДГА. Если после пуска системы запуск не осуществился по каким-либо причинам, то показание частотомера сообщают микроконтроллеру повторить процедуру запуска. После третьей попытки запуска система автоматически включает ревуна, который сообщает о неисправности системы [3].

Преимущества:

- меньшая зависимость от окружающей среды;
- повышение отказоустойчивости;
- низкие затраты на модернизацию существующего оборудования.

На сегодняшний день в результате научно-технического прогресса возникают источники питания нового поколения, а также совершенствуются существующие. Тенденция развития электронной промышленности улучшает качественные характеристики энергообъектов, поэтому целесообразна и необходима модернизация всех электроэнергетических систем в системах управления, в которых участвуют электронные приборы.

### Литература

1. Труднев С.Ю. Внедрение альтернативных источников электрической энергии в судовые электроэнергетические системы / С.Ю. Труднев, А.А. Марченко // Сборник докладов 62-й Международной молодежной научно-технической конференции «Молодежь, наука, инновации», (15–18 марта 2011 г.). – (18–25 ноября 2014 г.). – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2014. – С. 49–52.
2. Труднев С.Ю. Разработка устройства запуска ДВС в тяжелых климатических условиях на основе ионистора / С.Ю. Труднев, Д.С. Кротенко // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2014. – С. 145–147.
3. Правила классификации и постройки морских судов. – СПб.: Транспорт, 2010. – 280 с.

УДК: 597.551.4:591.436.2

**А.В. Пирог, О.В. Ложниченко**

ФГБОУ Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань,  
e-mail: lojnichenko@rambler.ru

### МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕЧЕНИ КЛАРИЕВЫХ СОМОВ

В статье изложены результаты гистологического исследования печени самцов и самок Клариевых сомов (Clariidae) нильского клария, или шармута (*Clarias arguuiaris*). Описаны морфологические особенно-



сти строения печени производителей клариевых сомов. Выявлены некоторые изменения печени, не характерные для нормального функционирования. Так, для гепатоцитов и их ядер был характерен полиморфизм. Выявлены некротические изменения и нарушения микроциркуляции крови.

**Ключевые слова:** клариевый сом (Clariidae), печень, гепатоциты, кровеносные капилляры, гемосидерин, жировая дистрофия, гемоглобин.

**A.V. Pirog, O.V. Lozhnichenko**

*Astrakhan State Technical University, Astrakhan,  
e-mail: lojnichenko@rambler.ru*

### **MORPHOFUNCTIONAL FEATURES OF CLARIAS CATFISH LIVER**

The results of histological examination of Clariids Catfish males and females liver were presented. The morphological features of Clariids Catfish liver structure were described. Some changes in the liver which are not typical for the normal functioning were discovered. Thus, hepatocytes and their nucleus were characterized with bypolymorphism. The necrotic changes and disturbances of microcirculation were revealed.

**Key words:** Clariids Catfish, liver, hepatocytes, blood capillaries, hemosiderin, fatty degeneration, hemoglobin.

Клариевый сом (Clariidae) – традиционный объект тепловодной аквакультуры в тропических странах стал объектом культивирования в России относительно недавно – около 10 лет назад. Биологические особенности африканского клариевого сома делают его одним из перспективных рыб культивирования в УЗВ, бассейновых и садковых хозяйствах, в том числе и в условиях Краснодарского края [1]. Кроме того, кларияс представляет интерес и как экспериментальный объект. Неприхотливость и доступность этой рыбы позволили западно-европейским биологам выполнить большой объем эндокринологических и физиологических ее исследований [2].

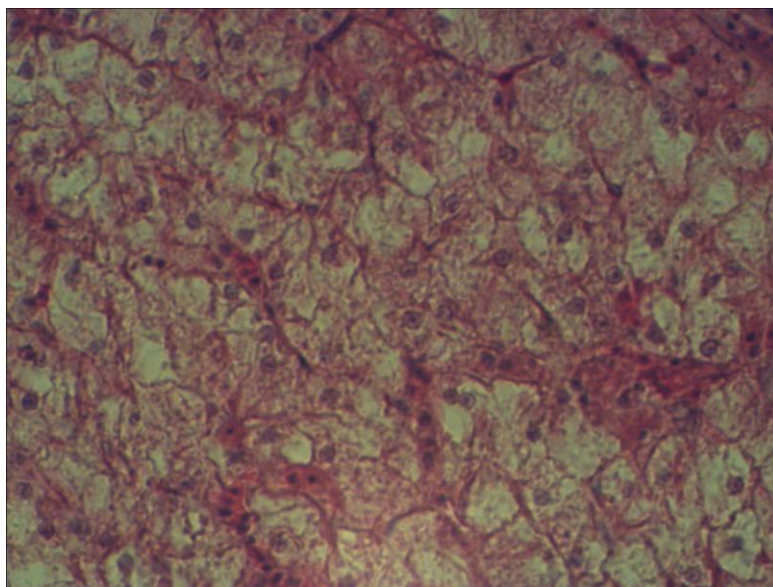
В естественных условиях обитания (Индонезия) сом – хищник. В связи с этим при искусственном выращивании темп его роста пропорционален количеству поступающего протеина за счет повышения в комбикорме веществ животного происхождения. При искусственном кормлении рыб печень, наряду с другими показателями, является индикатором сбалансированности кормов и физиологического состояния объектов выращивания. В связи с малоизученностью гистологической структуры печени актуальны исследования формирования особенностей печени клариевых сомов в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ).

Целью работы явился анализ развития и формирования основного органа системы пищеварения – печени клариевых сомов – при искусственном воспроизводстве.

Работа выполнена на кафедре гидробиологии и общей экологии Астраханского государственного технического университета и Темрюкского филиала АГТУ. Сбор материала производили на базе ООО «РЭНТОП-Агро-5» (Краснодарский край). Производители клариевых сомов выдерживались в бассейнах до 5-й стадии зрелости половых продуктов. Для проведения морфологического анализа печени были взяты половозрелые самцы и самки. Материал обрабатывался стандартными методами [3]. Для изучения строения органов парафиновые блоки нарезали на санном микротоме. Толщина срезов 5–7 микрон. Окрашивали препараты гематоксилин-эозином. Фотографии срезов были получены при помощи микроскопа Микмед 6 с цифровой камерой для визуализации и компьютерного анализа.

Печень самок и самцов клариевых сомов представляла собой компактный, крупный орган, структура которого была хорошо выражена, но имелись небольшие участки с дисконкомплексацией печеночных пластинок. Гистологический анализ структуры печени самок и самцов клариевых сомов показал, что паренхима исследуемого органа была образована анастомозирующими и переплетающимися трабекулами с довольно узким центральным просветом. Ядра в гепатоцитах были смещены к периферии. Для ядер в клетках печени был характерен полиморфизм. На срезах препаратов печени встречались ядра различных размеров от крупных светлоокрашенных, без

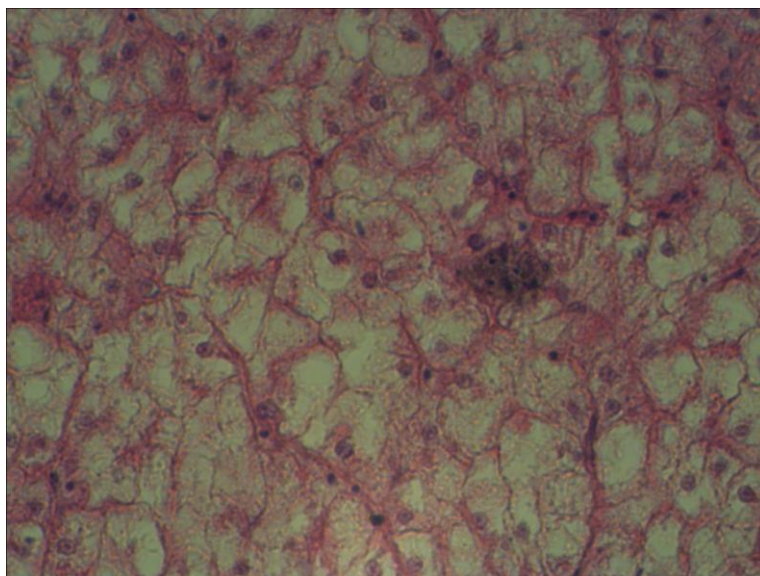
ядрышек и по периферии расположенным хроматином, до небольших темных клеток, в которых ядрышки не просматривались. Гепатоциты были заполнены жировыми вакуолями разных размеров (рис. 1). Контуры самих клеток печени не на всех участках имели четкие границы. Межклеточные пространства были расширены.



*Рис. 1. Печень самца клариевого сома. Окраска гематоксилин-эозин: гепатоциты; ядра гепатоцитов; жировые вакуоли; безъядерные гепатоциты (ув. 400)*

Наличие зернистости и жировых включений в цитоплазме клеток связано с участием органа в метаболизме жиров, т.е. гепатоциты склонны к накоплению в цитоплазме мелких жировых капель. Как правило, первоначально в структуре клетки появляются мелкие капли жира, затем они увеличиваются и могут занимать всю цитоплазму, что приводит к смещению ядра к периферии. Появление и рост капель жира в структуре гепатоцитов приводит к появлению жировой дистрофии. Следует отметить, что различных размеров жировые включения в печени были характерны и для самок, и для самцов.

Среди клеток печени были обнаружены небольшие скопления эритроцитов и макрофаги, содержавшие в своей цитоплазме глыбки пигмента, возможно, гемосидерина, т.е. их цитоплазма накапливала вещество, имеющее черную окраску (рис. 2). Контуры таких клеток и их ядра были трудно различимы. Чаще всего скопления макрофагов встречались вблизи кровеносных сосудов.



*Рис. 2. Печень самки клариевого сома. Окраска гематоксилин-эозин: гепатоциты; ядра гепатоцитов; гемосидерин; жировые вакуоли (ув. 400)*

На гистологических срезах печени самок и самцов кровеносные капилляры были расширены и переполнены форменными элементами крови. Также встречалось значительное количество клеток крови в виде расширения и полнокрывия капилляров под оболочкой печени. Налицо было проявление нарушения микроциркуляции крови. Многочисленные переполненные кровью и расширенные капилляры встречались на всей площади среза. На срезах местами были отмечены небольшие кровоизлияния, очаги некроза различных размеров от небольших локальных, до массивов, занимающих значительные объемы органа. Вокруг крупных сосудов выявлялись очаги лимфолейкоцитарной инфильтрации.

На основании вышесказанного можно заключить, что условия содержания и кормления производителей клариевых сомов на заводе были удовлетворительными, но требовали корректировки. Полный анализ гистологической структуры печени сома позволить не только дополнить данные по биологии и экологии рыб, но и проанализировать условия содержания рыб и выполнить коррекцию рецептуры корма.

### Литература

1. *Подушка С.Б.* Клариевый сом и его использование в рыбоводстве // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Тезисы докладов международной научной конференции (6–8 июня 2006 г., Азов). – Ростов/н/Д., 2006. – С. 71–74.
2. *Власов В.А.* Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus burchell*) при различных условиях содержания и кормления // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 23–31.
3. *Волкова О.В.* Основы гистологии с гистологической техникой [Текст] / О.В. Волкова, Ю.К. Елецкий. – М.: Медицина, 1989. – 234 с.

УДК 639.2.081.117.21

**Д.В. Савотин**

*Керченский морской технологический университет,  
Республика Крым, Керчь, 298309  
Scheffield@yandex.ru*

### ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИ СТАЦИОНАРНОМ ДВИЖЕНИИ

Математическое моделирование траловой системы является хорошим инструментом для оценки ее конфигурации при заданной скорости буксировки, что значительно упростит проектирование новых тралов. На основе анализа существующих расчетных схем и математических моделей конфигурации трала при установившемся движении в воде предложена новая пространственная расчетная схема. Отличительной чертой являются схематизация канатно-сетной оболочки четырьмя образующими вместо привычных топчантов, раздельное изображение кабелей и голых концов, отделение основных подбор от сборочных и приложение к устью сил натяжения канатно-сетной части и тралового мешка вместо сил их сопротивления. При этом силы направлены вдоль образующих оболочки, а не горизонтально. Соответственно, при разложении этих сил по координатным осям получаем составляющие, направленные к центру оболочки и уменьшающие раскрытие устья. Математическая модель предполагает решение численными методами при помощи итерационных вычислений. Алгоритм вычислений включает несколько вложенных циклов определения параметров раскрытия в проекции на диаметральной плоскости и проверку решения по критерию моментного равновесия всей системы относительно траловых досок. В математической модели реализовано условие взаимной зависимости вертикального и горизонтального раскрытий устья трала.

**Ключевые слова:** устье трала, моделирование траловой системы, расчетная схема.

D.V. Savotin

Kerch State Maritime Technological University,  
Kerch, 298309  
Scheffield@yandex.ru

### THREE-DIMENSIONAL MODELING OF TRAWL SYSTEMS AT STATIONARY MOVEMENT

Mathematical modeling of the trawl system is a good tool for assessing its configuration at a given towing speed that will greatly simplify designing of new trawls. Based on the analysis of existing computation schemes and mathematical models of the trawl configuration at the steady state motion in the water, a new three-dimensional design scheme is proposed. Its distinctive features are the net and ropes shell formed of four generators lines instead of span rope, and separated drawing of cables and legs. The forces of the net and ropes part and trawl bag tension instead of the strength of their resistance is applicated to the trawl mouth. Decompositing of these forces on coordinate axes, gives us the components directed to the center of the netshell, and reduces mouth disclosure. The mathematical model involves the solution by numerical methods using iterative calculations. The computation algorithm consists of several nested loops define the disclosure of projections on the median plane and checking the solution according to the criterion of the torque equilibrium of the entire system relative to the trawl doors. In the mathematical model implemented by the mutual dependence of vertical and horizontal openings of the mouth of the trawl

**Key words:** the mouth of the trawl, modeling trawl system, design scheme.

Проектирование тралов, как и любой конструкции, значительно упрощается при наличии математической модели описывающей его рабочую форму при буксировке в воде. Моделированию тралов посвящены работы многих ученых [1–3, 5–7]. Выделим из них лишь модели с пространственным изображением тралов, поскольку в них возможно наиболее полно учесть взаимодействие внешних сил и сил реакции как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости.

А.В. Дверник и Г.Н. Долин [1] предложили пространственную схему, в соответствии с которой устьевая часть пелагического трала изображена четырьмя подборками, к краям которых приложены раскрывающие силы от траловых досок, гидродинамических щитков и грузов-углубителей. При дальнейшем построении математической модели к этим же точкам были присоединены топенанты, что значительно не совпадает с конструкцией трала.

В.И. Габрюк [2] применил более точное изображение трала в проекциях. При этом он повторил неоправданное упрощение, предполагающее объединение кабельной оснастки с голыми концами, а также полностью исключил из рассмотрения сборочные подборки.

Некоторыми учеными [3–5] прорабатывается расчетная схема, предполагающая приложение к устью трала безразмерных сил, определяющихся соотношением соответствующих распорных сил к суммарному сопротивлению трала и оснастки. При этом устье трала считается эллипсом, несмотря на значительную разницу между раскрывающими силами, действующими на верхнюю и нижнюю подборки, а также не учитывается удаление траловых досок от устья.

Значительного числа указанных недостатков лишены математические модели, предложенные В.П. Карпенко [6]. Они основаны на пространственных схемах, в которых реализовано условие взаимосвязанности вертикального и горизонтального раскрытий устья трала.

Как развитие идей В.П. Карпенко предлагается расчетная схема [7], представленная на рис. 1. Кабели и голые концы подбор изображены отдельно, основные подборки отделены от сборочных. На систему действуют:  $P_{II}$  – подъемная сила оснастки верхней подборки,  $R_{II}$  – сила сопротивления оснастки верхней подборки,  $P_H$  – потопляющая сила оснастки верхней подборки,  $R_H$  – сила сопротивления оснастки нижней подборки,  $G_T$  – вес углубителя,  $G_D$  – вес траловой доски,  $R_M$  – сила сопротивления мешка трала,  $R_T$  – сила сопротивления канатно-сетной оболочки трала,  $R_{YD}$  – распорная сила траловой доски,  $R_{XD}$  – сила сопротивления траловой доски.

Передняя часть трала представлена верхней подборкой  $B_B C_B B'_B$ , нижней –  $B_H C_H B'_H$  и двумя боковыми –  $L_B E L_H$ . Сборочные подборки не учитываются.

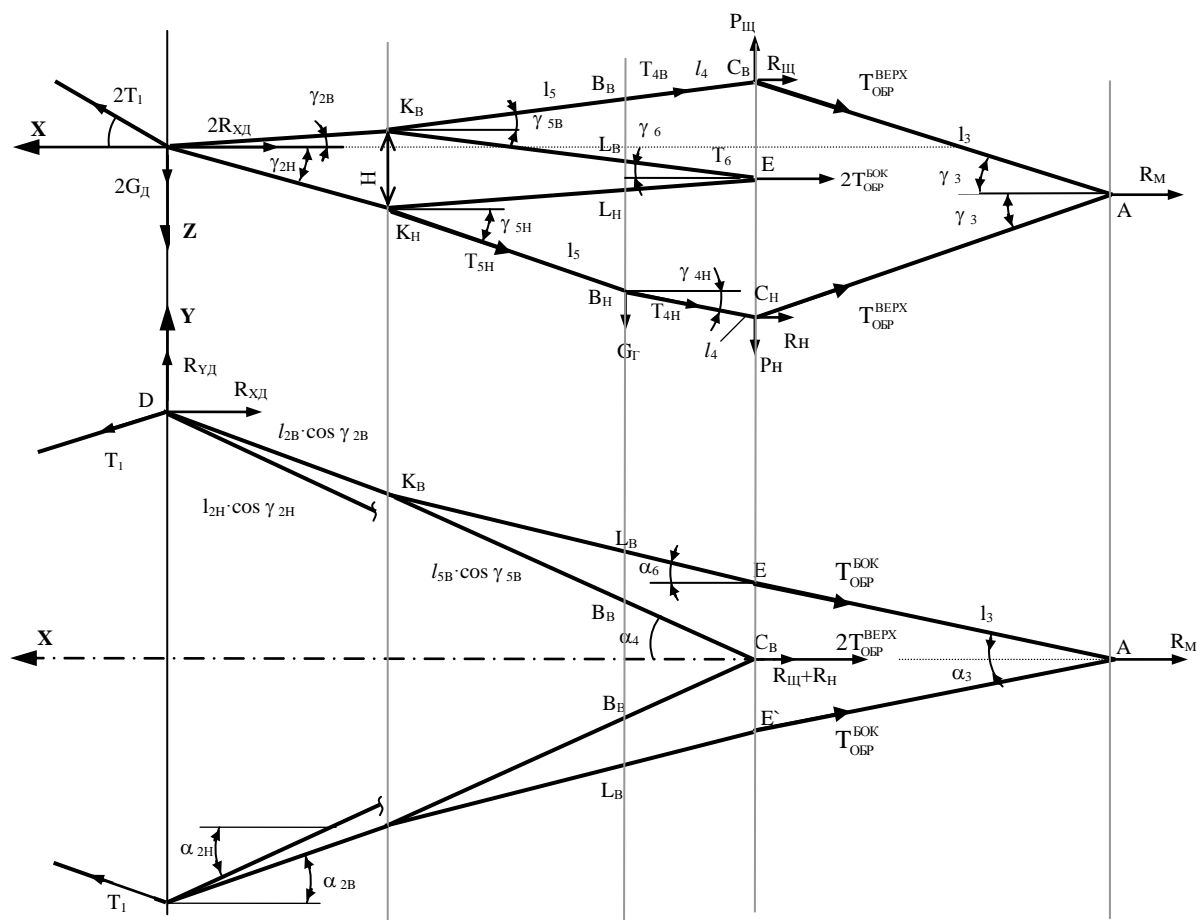


Рис. 1. Расчетная схема задачи раскрытия трала

В схеме к устью трала приложены силы натяжения канатно-сетной части и тралового мешка вместо сил их сопротивления. В этом случае направления сил определяются по проекциям натяжений на диаметральной плоскость – углами  $\gamma_i$ , на горизонтальную плоскость – углами  $\alpha_i$ . Силы натяжения  $T_{OБP}^i$ , определяемые по формулам (1), направлены вдоль образующих  $C_B A$ ,  $C_H A$  с углами атаки  $\gamma_3$  и  $E A$ ,  $E' A$  с углами атаки  $\alpha_3$ .

$$T_{OБP}^{BEPX} = \frac{P_T \cdot 0,5 + P_M}{\cos(\alpha_3)}, \quad T_{OБP}^{BOK} = \frac{(R_T \cdot 0,5 + R_M)}{\cos(\gamma_3)}. \quad (1)$$

Соответственно, при разложении этих сил по координатным осям получаем составляющие, направленные к центру оболочки и закрывающие устье. Таким образом, в схеме имитируются силы, уменьшающие поперечное сечение устья при продольном натяжении ячей.

Натяжение в верхней подборе  $T_{4B}$  и в нижней подборе  $T_{4H}$  определим с учетом стягивающих сил образующихся в канатно-сетной оболочке:

$$T_{4B} = \arctg \frac{(P_{II} - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3))}{\sin(\gamma_{5B}) \cdot \cos(\alpha_{4B})}, \quad (2)$$

$$T_{4H} = \arctg \frac{(P_{II} - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3))}{\sin(\gamma_{4H}) \cdot \cos(\alpha_4)}. \quad (3)$$

Соответственно углы атаки этих элементов:

$$\gamma_{4B} = \arctg \frac{P_{II} - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3)}{R_{II} + 0,25(R_T + R_M)}, \quad (4)$$

$$\gamma_{4H} = \arctg \frac{P_H - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3)}{0,25(R_T + R_M)} . \quad (5)$$

Крепление грузов к голым концам нижней подборы создает угол наклона нижнего кабеля:

$$\gamma_{5H} = \arctg \frac{2 \cdot G_T + P_H - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3)}{0,25(R_T + R_M)} , \quad (6)$$

и, соответственно, натяжение нижнего кабеля:

$$T_{5H} = \arctg \frac{\left( \frac{(l_4 + l_5) \cdot G_T}{l_4} + P_H - 0,25 \cdot (R_T + R_M) \cdot \operatorname{tg}(\gamma_3) \right)}{\sin(\gamma_{5H}) \cdot \cos(\alpha_{4H})} , \quad (7)$$

где  $l_4$  – длина верхней подборы с голым концом,  $l_5$  – длина кабеля.

Натяжение в боковых подборах определяется приложенных сил сопротивления боковых пластей канатно-сетной оболочки, считая, что углы атаки боковых подбор равны  $\gamma_6$ :

$$T_6 = \frac{0,25 \cdot R_T}{\cos(\gamma_6)} , \quad (8)$$

$$\gamma_6 = \arcsin \frac{Y_E}{(l_6 + l_5) \cdot \cos(\alpha_3)} , \quad (9)$$

где  $Y_E$  – координата точки E, определяющая горизонтальное раскрытие устья,  $l_6$  – длина боковых подбор с голыми концами.

Теперь можно определить вертикальные углы атаки кабелей, необходимые для проверки замкнутости контуров в проекции на диаметральною плоскость:

$$\gamma_{2B} = \arctg \frac{T_{5B} \cdot \sin(\gamma_{5B}) - T_6 \cdot \sin(\gamma_6)}{T_{5B} \cdot \cos(\gamma_{5B}) - T_6 \cdot \cos(\gamma_6)} , \quad (10)$$

$$\gamma_{2H} = \arctg \frac{T_{5H} \cdot \sin(\gamma_{5H}) - T_6 \cdot \sin(\gamma_6)}{T_{5H} \cdot \cos(\gamma_{5H}) - T_6 \cdot \cos(\gamma_6)} . \quad (11)$$

Из проекции на горизонтальную плоскость определим углы раскрытия подбор:

$$\alpha_{4B} = \arcsin \frac{l_3 - l_6 + (l_5 - l_6) \cdot \cos(\gamma_{6B}) \cdot \sin(\alpha_3)}{(l_4 + l_5) \cdot \cos(\gamma_{5B})} , \quad (12)$$

$$\alpha_{4H} = \arcsin \frac{l_3 - l_6 + (l_5 - l_6) \cdot \cos(\gamma_{6H}) \cdot \sin(\alpha_3)}{(l_4 + l_5) \cdot \cos(\gamma_{5H})} , \quad (13)$$

где  $l_3$  – длина образующих.

При правильном решении должно выполняться равенство расстояния между концами кабелей, вычисленное по формулам (14) и (15):

$$K_B K_H = l_3 \cdot \sin(\gamma_3) + l_3 \cdot \sin(\gamma_3) - [(l_5 + l_4) \cdot \cos(\alpha_{4B}) \cdot \sin(\gamma_{5B}) + l_5 \cdot \cos(\alpha_{4H}) \cdot \sin(\gamma_{5H}) + l_4 \cdot \cos(\alpha_{4H}) \cdot \sin(\gamma_{4H})] , \quad (14)$$

$$H = l_{2B} \cdot \cos(\alpha_{2B}) \cdot \sin(\gamma_{2B}) + l_{2H} \cdot \cos(\alpha_{2H}) \cdot \sin(\gamma_{2H}) , \quad (15)$$

где  $l_{2B}$ ,  $\alpha_{2H}$  и  $\gamma_{2H}$  – длина и углы ориентации верхнего кабеля,  $l_{2H}$ ,  $\alpha_{2H}$  и  $\gamma_{2H}$  – то же для нижнего кабеля.

К нижнему концу ваера приложены силы натяжения кабелей, которые обозначим равнодействующей  $T_2$ , причем

$$T_{2Y} = T_{4H} \cdot \sin(\alpha_{4H}) \cdot \cos(\gamma_{4H}) + T_{4B} \cdot \sin(\alpha_{4B}) \cdot \cos(\gamma_{4B}), \quad (16)$$

$$T_{2X} = T_{4B} \cdot \cos(\alpha_{4B}) \cdot \cos(\gamma_{4B}) + T_{4H} \cdot \cos(\alpha_{4H}) \cdot \cos(\gamma_{4H}), \quad (17)$$

$$T_{2Z} = G_{\Gamma} + \frac{(P_H - P_{\Pi})}{2}. \quad (18)$$

Алгоритм решения, представленный на рис. 2, основан на итерационном расчете горизонтального раскрытия системы с вложенными циклами определения параметров раскрытия в проекции на диаметральную плоскость и проверкой решения по критерию моментного равновесия системы относительно судна.

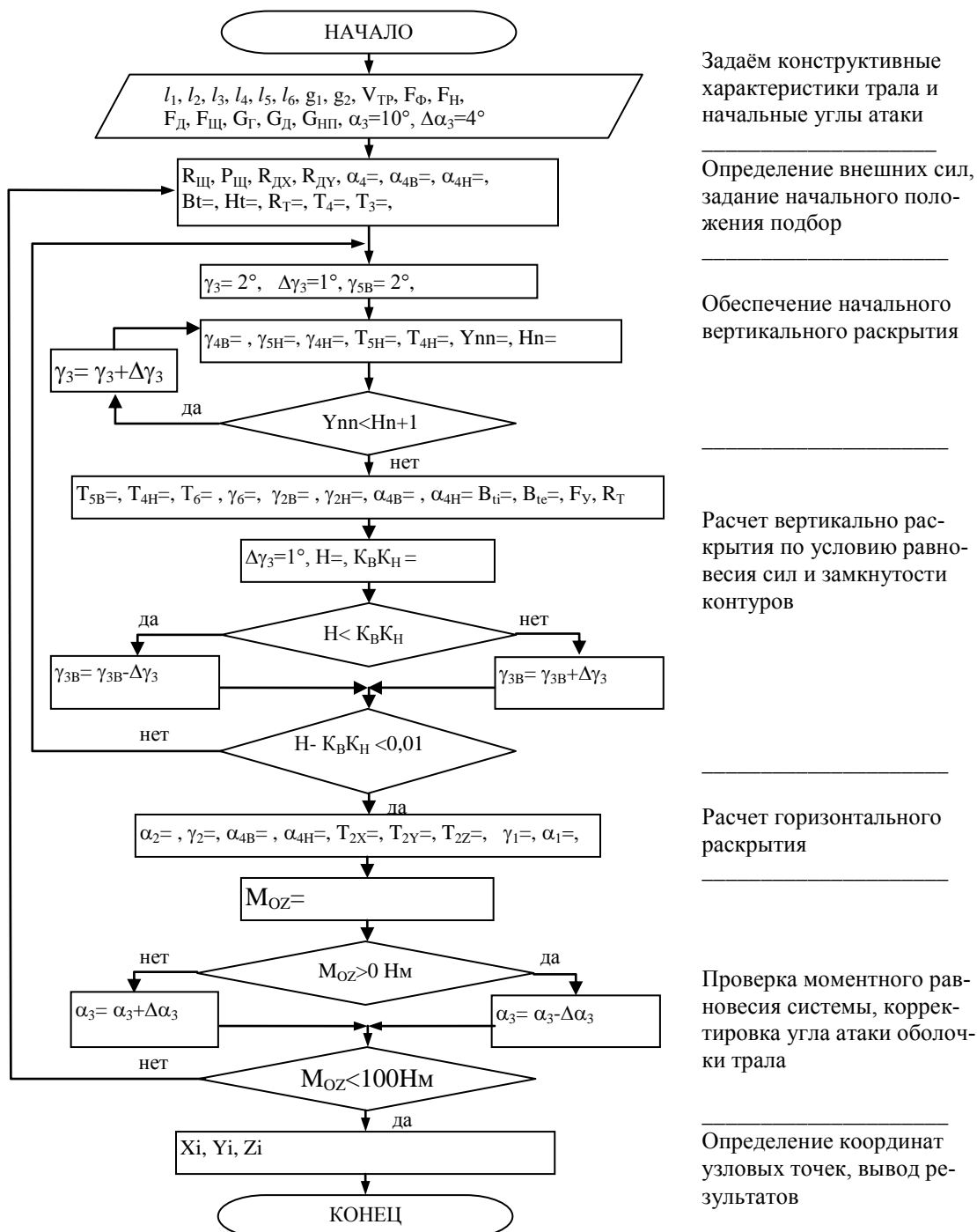


Рис. 2. Блок-схема определения пространственной формы траловой системы

Определение горизонтального раскрытия производится только после достижения равновесного состояния по вертикальному раскрытию. Таким образом, в данной математической модели реализовано условие взаимной зависимости вертикального и горизонтального раскрытий устья трала.

Рассчитанная форма траловой системы проверяется по условию равенства нулю суммарного момента сил, удерживающих трал на постоянном горизонте:

$$M_{oz} := (R_{Yd} - T_{2Y}) \cdot X_d - (R_{Xd} + 0,5 \cdot R_{1X} + T_{2X}) \cdot Y_d \quad (19)$$

где  $X_d$  и  $Y_d$  – координаты траловых досок,  $R_{1X}$  – гидродинамическое сопротивление ваеров.

В ходе программирования было выявлено стремление оболочки трала «сложиться» при недостаточном предварительном значении угла раскрытия  $\gamma_3$ . Для исключения такой возможности, был добавлен цикл с пошаговым увеличением угла  $\gamma_3$  до уровня, при котором вертикальное раскрытие устья, вычисленное по ломаной  $C_B K_B E K_H C_H$  ( $Y_{nn}$ ) и вычисленное по ломаной  $C_B A C_H$  ( $H_n$ ), отличаются не более чем на 1 метр. При выполнении этого условия в дальнейшем обеспечивается устойчивость расчетов. Программа написана на языке программирования Borland Pascal, отлажена и показала отличную стабильность результатов.

Исходными данными для расчета, кроме уже описанных, являются: масса одного метра ваера –  $g_1$ , и кабеля –  $g_2$ , скорость траления –  $V_{TP}$ , фиктивная площадь трала –  $F_\phi$ , площадь нитей трала –  $F_H$ , площадь траловой доски –  $F_D$ , площадь гидродинамических щитков –  $F_{Щ}$ .

Как результат расчета мы будем иметь данные о форме и ориентации следующих элементов трала: верхней, нижней и боковых подбор, голых концов, образующих канатно-сетной оболочки, тралового мешка, кабельной оснастки и траловых досок.

### Литература

1. Дверник А.В., Долин Г.М. Расчетные схемы для определения сил оснастки пелагического трала Труды КТИРПХ. – Калининград: КТИРПХ, 1975. – № 57. – С. 84–91.
2. Габрюк В.И. Параметры разноглубинных тралов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 214 с.
3. Козлов А.А. Математическая модель устьевой части разноглубинного трала для промыслового тренажера // Управление безопасностью мореплавания и подготовка морских специалистов: Материалы 2-й международной конференции и совещания Госкомрыболовства России с начальниками Госадминистратий морских рыбных портов по безопасности мореплавания. – Калининград, 2000. – С. 387–388.
4. Недоступ А.А. Методы расчета сетных активных орудий прибрежного и океанического рыболовства. Методы расчета донных и разноглубинных тралов: Монография. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. – 185 с.
5. Розенштейн М.М. Механика орудий рыболовства. – Калининград: КГТУ, 2000. – 363 с.
6. Карпенко В.П. Основы теории и расчета устройств раскрытия траловых систем. – Керчь: КМТИ: Дис...д-ра техн. наук, 1996. – 360 с.
7. Савотин Д.В. Совершенствование расчетной схемы и математической модели раскрытия и конфигурации траловой системы // Рыбное хозяйство Украины. Спец. выпуск. – 2002. – № 7. – С. 44–46.



УДК 595.384.12(265.51)"2014.10"

**А.С. Соколов**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр»  
Владивосток, 690091  
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ КРЕВЕТОК РОДА PANDALUS  
В ИЭЗ ЗАПАДНО-БЕРИНГОВОМОРСКОЙ ЗОНЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДОННОЙ  
ТРАЛОВОЙ СЪЕМКИ, ВЫПОЛНЕННОЙ ФГУП «ТИНРО-ЦЕНТР»  
(ОКТАБРЬ 2014 Г., НИС «ТИНРО»)**

Рассмотрено биологическое состояние и оценен запас промысловых видов креветок рода *Pandalus* в ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны по результатам донной траловой съемки, выполненной ФГУП «ТИНРО-Центр» (октябрь 2014 г., НИС «ТИНРО»).

**Ключевые слова:** Западно-Берингоморская зона, *Pandalus*, биологическое состояние, запас.

**A.S. Sokolov**

*Federal State Scientific Institution «TINRO-Center»  
Vladivostok, 690091  
e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**THE BIOLOGICAL STATE OF COMMERCIAL SHRIMPS OF THE GENUS PANDALUS  
IN THE EEZ OF THE WEST BERING SEA ZONE IN THE BOTTOM TRAWL  
SURVEYS CARRIED OUT BY THE FSUE "TINRO-CENTER"  
(OCTOBER 2014, RV "TINRO")**

The biological status was presented and the stock of commercial species of shrimp of the genus *Pandalus* in IEZ West Bering sea zone in the bottom trawl surveys performed FGUP "TINRO-Center" was estimated (October 2014, NRS «TINRO»).

**Key words:** west Bering Sea zone, *Pandalus*, biological condition, stock.

В результате систематических исследований, проведенных ФГУП «ТИНРО-Центр» и региональными рыбохозяйственными институтами, в последние годы (с 1986 по 2014 гг.) получены обширные представления о биологических ресурсах промысловых видов креветок, составляющих основу сырьевой базы рыбной отрасли в дальневосточных морях России.

Формирование объемов квот, позволяющих учитывать состояние запасов креветок в том или ином регионе исследуемых морей, зависит, прежде всего, от состояния промысловых запасов объектов, выраженных в прогнозе через ОДУ, а также от динамики вылова в этих районах. Кроме того, эти данные позволяют определять основные и второстепенные объекты промысла в том или ином регионе.

Непосредственный анализ промысла того или иного промыслового вида, в частности за 2014 г. (по сведениям системы «Рыболовство», представленном Камчатским филиалом ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи»), позволяет заранее планировать районы проведения исследований в районах наиболее интенсивного промысла объекта.

В связи с этим мониторинговые научные исследования в пределах исследуемых акваторий имеют решающее значение для контроля за состоянием популяций этих ценных гидробионтов, а также позволяют дополнять знания в области экологии и биологии промысловых видов, состояния их запасов, динамики численности и получения данных к формированию прогнозов их вылова.

Для оценки промыслового запаса популяций креветок пандалид использованы данные донной траловой съемки (50 учетных станций), выполненной ФГУП «ТИНРО-Центр» (октябрь 2014 г., НИС «ТИНРО») в ИЭЗ Западно-Беринговоморской зоны (Олюторско-Наваринский район) на глубинах от 37 до 447 м (рис. 1). Олюторско-Наваринском район с севера был ограничен террводами, с запада и востока – мысами Олюторский и Наварин. В данном районе выделялось 2 участка: 1 – коряжский район: 171°44' – 176°00' в.д.; 2 – наваринский район: 176°00' в.д. и 62°05' с.ш. и разделительной линией РФ и США.

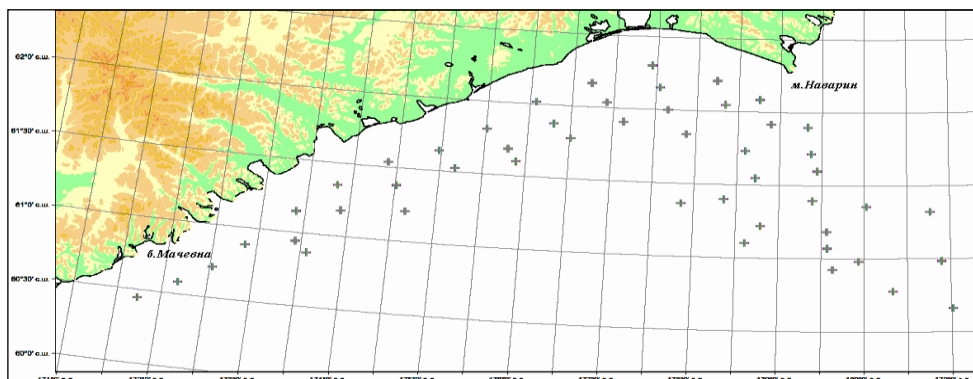


Рис. 1. Схема учетной донной траловой съемки, выполненной в ИЭЗ Западно-Беринговоморской зоны в октябре 2014 г.

При проведении съемки использовали донный трал № 27,1/24,4 м с вертикальным раскрытием – 3–4 м и горизонтальным раскрытием – 16 м. Нижняя подбора была оснащена двойным набором якорных цепей (150 кг) на 10 см поводках, верхняя подбора была оснащена 30 кухтылями. В качестве грузов-углубителей применена якорная цепь – по 50 кг. Кутцевая часть оснащена мелкоячеистой вставкой с ячейей 10 мм. Скорость траления изменялась в пределах 2,2–3,3 узлов в зависимости от ветра, волнения, течений, состояния грунтов и в среднем составляла 2,7 узла.

Сбор и обработка первичной информации осуществлялась по стандартной методике [1].

Весь улов разбирали по видам и взвешивали (подсчитывали) для определения видового состава в весовом и/или численном виде. Определение видов креветок проводилось по определителям Л.Г. Виноградова и А.Г. Слизкина [2]. При большом улове брали часть с учетом кратности, остальную часть улова осматривали на предмет наличия редких (для данного улова) видов. Определение пола производили на основе морфологических признаков – по строению эндоподитов 1-й и 2-й пары плеопод. Выделяли следующие группы – самцы (M), самки (F), переходные особи. Самки подразделяли на следующие стадии нерестового цикла: с внутренней икрой (IV1, IV2, IV3 – последовательность по степени развития), с новой наружной икрой (IZ), икрой в стадии начального глазка (NG), с икрой на стадии глазка (IG), самки на стадии выклева личинок (VL), самки, выпустившие личинок, с волосками на плеоподах (LV), самки, перелинявшие после выпуска личинок, но еще не имеющие внутренней икры, межнерестовая стадия (BI). Стадию личиночного цикла оценивали по 3-балльной шкале: 0, 1 и 2 балла (последовательность по степени возрастания прочности панциря). Индивидуальное взвешивание креветок осуществлялось на рычажных весах с точностью до 0,5 г, мелких особей массой менее 2-3 г на чашечных весах с точностью до 0,2 г. Длину тела и карапакса измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм [3].

Построение карт пространственного распределения креветок и расчет их ресурсов выполняли с применением компьютерных программ "КартМастер v.3.1" (методом сплайн-аппроксимации).

Объем собранных материалов по креветкам на биоанализ представлен в табл. 1.

Таблица 1

Объем материала по креветкам пандалидам, собранного в Беринговом море в октябре 2014 г.

Семейство	Вид	Биоанализ, экз
<i>Pandalidae</i>	<i>Pandalus goniurus</i>	551/76692
	<i>Pandalus borealis</i>	300/4977
	<i>Pandalus tridens</i>	17/17
Итого:		868/81686

**Углохвостая креветка – *Pandalus goniurus***

Углохвостая креветка является типичным обитателем шельфовой зоны. В период работ встречалась во всех исследованных районах в интервале глубин от 38 до 161 м. Как видно из рис. 2, основное скопление находилось в Наваринском п/районе, на участке с координатами 61°35' – 62°22' с.ш. и 176°31' – 178°53' в.д., глубины от 38 до 161 м. У данного вида наблюдалась самая высокая частота встречаемости (54,17%) и общая биомасса в 29,440 тыс. т, уловы достигали 181 кг на получасовое траление, максимальная плотность 12110 кг/кв. км. На Корякском шельфе скоплений не отмечено.

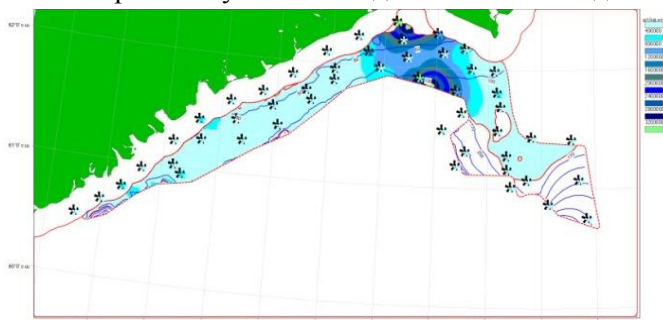


Рис. 2. Пространственное распределение углохвостой креветки (шт/км<sup>2</sup>) в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

В 2014 г. максимальный размер самок составил 92 мм, размеры самцов варьировали в пределах 46 – 70 мм, переходных особей – 45 – 75 мм, самок – 57 – 92 мм. Средний размер креветок был равен 72,0±0,11 мм. Размерный ряд углохвостой креветки северо-западной части Берингова моря представлен на рисунке 3.

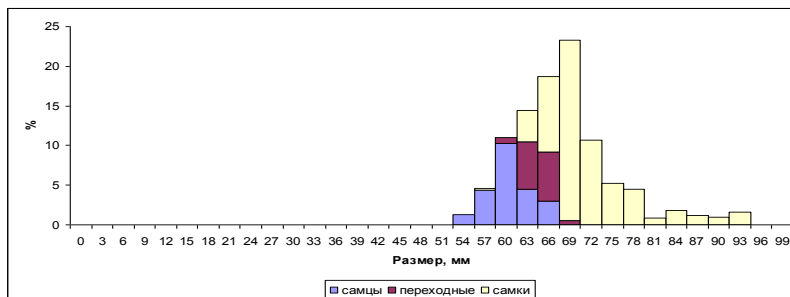


Рис. 3. Размерный состав углохвостой креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

Размерные характеристики углохвостой креветки приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Размерные характеристики углохвостой креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2012 г.**

Показатель	Самки	Самцы	Переходные	Всего
N, экз.	332	117	102	551
%	60,25	21,23	18,52	100
Мин.	57	46	45	45
Макс.	92	70	75	92
Хср.	72,0	60,3	63,9	68,0

Средний вес креветок в уловах составлял 3,4 г, максимальный – 6,3 г.

В период исследований в популяции углохвостой креветки активно шли процесс вынашивания икры. Подавляющее большинство самок имели хорошо развитую наружную икру – 67,9% (табл. 3, рис. 4).

Таблица 3

**Биологическое состояние самок углохвостой креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.**

Стадии самок, %					
bi	iv2	iv3	iz	ig	lv
0,08	3,56	14,13	67,90	14,32	0,01

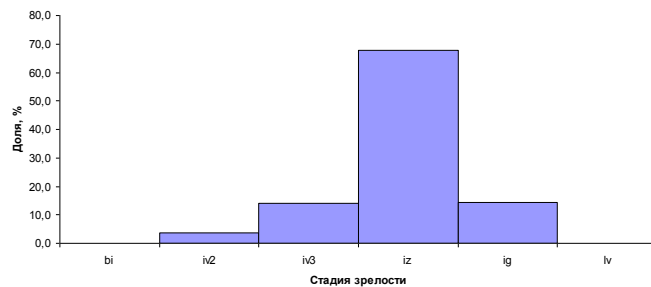


Рис. 4. Биологическое состояние самок углохвостой креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

Учетная биомасса углохвостой креветки по данным 2014 г. составила 29,440 тыс. т на площади 18202 км<sup>2</sup>.

### Северная креветка – *Pandalus borealis*

В период работ встречалась в основном в Наваринском п/районе в интервале глубин от 151 до 444 м. Как видно из рисунка 5, основное скопление находилось в Наваринском п/районе, на участке с координатами 61°6' – 61°34' с.ш. и 178°18' – 179°18' в.д., глубины от 175 до 444 м. У данного вида наблюдалась общая биомасса в 14,857 тыс.т., из которых 0,740 тыс.т. приходится на промысловых особей. уловы достигали 585 кг на получасовое траление, максимальная плотность 1531152 экз/кв. км.

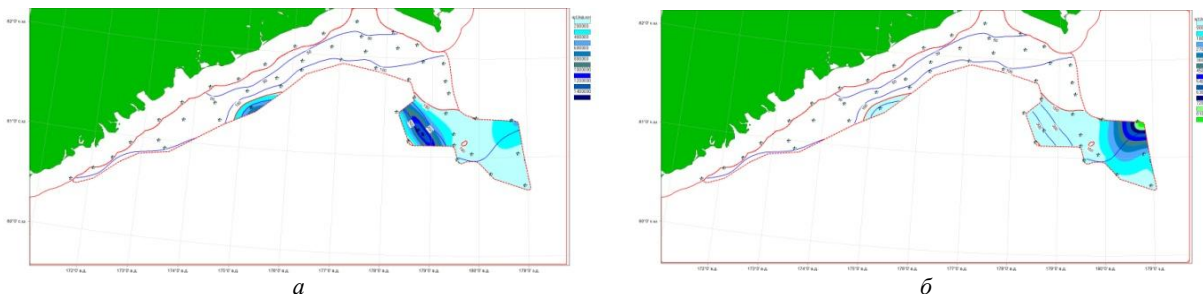


Рис. 5. Пространственное распределение северной креветки (шт/км<sup>2</sup>) в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г. (а – все, б – промысловые)

В 2014 г., размеры самцов варьировали в пределах 62 – 88 мм, переходных особей – 75 – 85 мм, самок – 73 – 113 мм. Средний размер креветок был равен 85,5 ± 0,11 мм. Размерный ряд северной креветки северо-западной части Берингова моря представлен на рисунке 6.

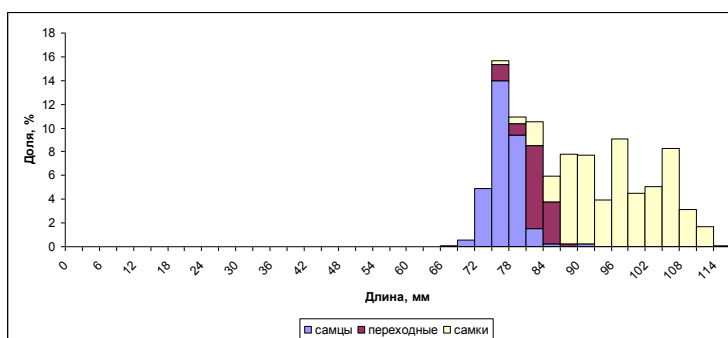


Рис. 6. Размерный состав северной креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

Размерные характеристики северной креветки приведены в таблице 4. Средний вес креветок в уловах составлял 6,7 г, максимальный – 9,6 г.

**Размерные характеристики северной креветки  
в северо-западной части Берингова моря в октябре 2012 г.**

Показатель	Самки	Самцы	Переходные	Всего
N, экз.	162	109	29	300
%	54,0	36,33	9,67	100
Мин.	73	62	75	61
Макс.	113	88	85	113
Хср.	93,8	74,7	79,8	85,5

В период исследований в популяции северной креветки активно шли процесс вынашивания икры. Подавляющее большинство самок имели хорошо развитую наружную икру – 87,93% (рис. 7).

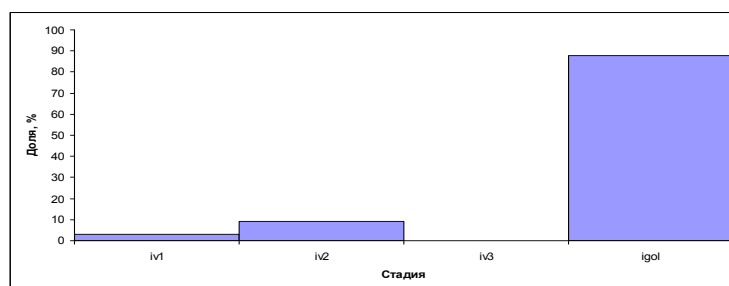


Рис. 7. Биологическое состояние самок северной креветки в северо-западной части Берингова моря в октябре 2014 г.

Учетная биомасса северной креветки по данным 2014 г. составила 14,857 тыс. т на площади 7831 км<sup>2</sup>.

### Креветка трехзубая – *Pandalus tridens*

Во время съемки было поймано 17 экземпляров в точке с координатами 61°34' с.ш. и 178°42', глубина 161 м.

В ходе выполнения траловой съемки в северо-западной части Берингова моря было отмечено 3 вида креветок рода *Pandalus*, которые имеют промысловое значение. Из этих видов 2 – углохвостая креветка и северная креветка образуют промысловые скопления. Трехзубый чилим *Pandalus tridens* может присутствовать в качестве прилова.

По данным 2014 г. учетная биомасса (КУ = 0,2) углохвостой креветки составила 29,440 тыс.т. Учетная биомасса (КУ = 0,2) северной креветки составила 1,262 тыс.т.

В целом полученные результаты свидетельствуют о стабильном состоянии популяций данных видов промысловых видов креветок в Западно-Беринговоморской зоне.

### Литература

1. Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К. и др. Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России. – Южно-Сахалинск, 2006. – 91 с.
2. Виноградов Л.Г. Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока // Изв. ТИНРО. – 1950. – Т. 33. – С. 180–356.
3. Слизкин А.Г. Атлас-определитель крабов и креветок дальневосточных морей России.– Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 260 с.

УДК 639.2.081.117.4

**Е.В. Соколова**

*Калининградский государственный технический университет,  
Калининград, 236000  
e-mail: sokolovahelena@mail.ru*

### **ЛЕБЕДКА МЛШ-1200 Д ДЛЯ ОБТЯЖНОГО ЛОВА**

Обосновывается возможность применения портативной шпильевой мотолебедки МЛШ-1200 Д для выборки урезом закидного невода при обтяжном лове. Возможность применения лебедки оценивается исходя из требований, предъявляемых к механизмам для закидного неводного лова. Главным требованием является соответствие тягово-скоростных характеристик лебедки тяговому и скоростному режиму работы закидного невода при обтяжном лове. Помимо этого промысловые механизмы должны удовлетворять требованиям качества. Оценивается соответствие лебедки этим требованиям.

**Ключевые слова:** закидной невод, портативная шпильевая лебедка, обтяжной лов.

**E.V. Sokolova**

*Kaliningrad State Technical University,  
Kaliningrad, 236000  
e-mail: sokolovahelena@mail.ru*

### **PORTABLE CAPSTAN WINCH MLSH-1200 D FOR SPARSE BEACH SEINING**

The opportunity of using portable capstan winch MLSH-1200 D for hauling of the wires in sparse beach seining is considered. The opportunity of using the winch is assessed according to the requirements for beach seining mechanisms. The most important requirement is the conformity of winch's towing and speed characteristics to the traction and speed mode of beach seine. Besides fishing mechanisms have to suit the quality's requirements. Conformity of winch to these requirements is assessed.

**Key words:** beach seine, portable capstan winch, sparse beach seining.

Закидной неводной лов является наиболее распространенным способом добычи рыбы во внутренних водоемах. В зависимости от типа водоема он разделяется на речной, озерный и морской лов. Лов закидными неводами может вестись постоянно в течение года или периодически, на протяжении нескольких месяцев весной или осенью, во время массового хода рыбы. Тони для постоянного и периодического лова, как правило, являются стационарными. На берегу таких тоней устанавливают стационарное промысловое оборудование, причальную линию, бытовые помещения и др.

Обтяжной лов осуществляется в заливах, озерах, водохранилищах, рукавах и протоках рек и ориентирован на добычу периодически скапливающейся в них малоподвижной рыбы [1, 2]. При обтяжном лове закидными неводами рыболовецкая бригада осуществляет несколько заметов 1-2 раза в месяц, а затем переходит на другую тону. Лов на обтяжных тонях ведется небольшими закидными неводами длиной до 350 м и высотой до 9 м. Наиболее трудоемкой операцией обтяжного лова является выборка закидного невода. Использование стационарных промысловых механизмов нерационально и нерентабельно из-за короткого периода их использования. Для механизации обтяжного лова, очевидно, необходимо легкое, мобильное оборудование, которое можно силами бригады перемещать с тони на тону.

К промысловому оборудованию для обтяжного неводного лова предъявляется ряд требований. Средства механизации должны быть передвижными, достаточно простыми в эксплуатации и обеспечивать механизацию тяжелых операций. Основным требованием, предъявляемым к тяговым машинам для закидного неводного лова (независимо от того, постоянный это лов, периодический или обтяжной), является соответствие тягово-скоростных характеристик механизма

тяговому и скоростному режимам работы невода. Также при обосновании параметров промышленного оборудования необходимо выделить наиболее характерные факторы, присущие большинству тоней.

Н.И. Борисов [1] определял наибольшие значения сопротивления речных закидных неводов – 1000 кг при длине невода 600–1000 м. Для озерных неводов наибольшее сопротивление составляет 1000–1500 кг, для морских 2000–3000 кг. Скорость тяги речных лебедок, как правило, составляет 10–80 м/мин, озерных и морских 10–36 м/мин. Для предотвращения износа сетной части и урезов невода рекомендуется скорость тяги изменять плавно.

Промысловое оборудование в промышленном рыболовстве, как и в любой другой отрасли, должно удовлетворять требованиям качества. Под качеством понимается обобщенная способность, совокупность свойств машины или механизма удовлетворять потребностям, определенным их назначением, требованиями постройки и эксплуатации. Качество промышленных машин характеризуется рядом показателей, таких как назначение механизма, надежность, стандартизация и унификация, безопасность, эргономичность, транспортабельность и др. [3].

Показатель назначения характеризует функции, для выполнения которых предназначена машина или механизм, а также степень соответствия механизма цели использования. Назначение промышленного механизма оценивается такими параметрами как усилие на рабочем органе, габариты, мощность привода, простота конструкции, возможность ее технического обслуживания и пр. Надежность характеризуется способностью машины сохранять работоспособность (состояние, при котором она выполняет свои функции и сохраняет рабочие параметры в нормативно-технических пределах) во времени. Надежность оценивается сроком службы до отказа, количеством отказов и др. Показатель стандартизации и унификации характеризует насыщенность машины стандартными деталями. Эргономические требования отражают взаимодействие человека и машины. Они подразделяются на гигиенические, антропометрические (например, обеспечение оптимального положения тела оператора лебедки), физиологические и психологические. Требования безопасности заключаются в обеспечении конструкцией машины защиты людей, работающих с ней. Часто требования безопасности включают в себя эргономические требования. Транспортабельность лебедки оценивается возможностью ее перемещения.

Лебедка МЛШ-1200 Д (рис. 1 [4]) – тяговая лебедка, предназначенная для перемещения объектов, не являющихся катящимися, по горизонтальной или наклонной поверхности, обычно под углом 45° [5]. Лебедка предназначена для использования в различных областях, в том числе на охоте и в рыбалке при перемещении тяжелого оборудования, расчистке водоемов, выполнении работ специального назначения в полевых условиях [6]. К достоинствам лебедки относятся возможность работы с очень длинными канатами для перемещения на большое



Рис. 1 Лебедка МЛШ-1200 Д

расстояние, простая и легкая конструкция. Тяговое усилие не уменьшается по мере наполнения катушки, как у обычных катушечных лебедок. Рабочий орган лебедки барабан-турачка. Достоинством барабана-турачки является простота конструкции и надежность в работе. Недостаток заключается в том, что прием сбегавшего конца уреза и его укладка осуществляются вручную. Применение лебедки МЛШ-1200 Д позволяет обеспечить выборку одного уреза невода. Для выборки равнокрылых закидных неводов необходимы две лебедки для тяги за пятной и бежной урезы. Конец уреза не закрепляется, и поэтому его длина не ограничена. Выборка уреза осуществляется за счет сил трения между урезом и барабаном. Фрикционные барабаны-турачки имеют постоянный радиус наивки каната. В качестве уреза необходимо использовать упругий полиэфирный канат двойной оплетки с минимальным и максимальным диаметром 10 и 12 мм соответственно. Необходимо использовать канаты с низкой степенью растяжения. Запрещается в качестве уреза использовать полипропиленовые и полиэтиленовые канаты из-за их высокой эластичности и легкоплавкости. Также на урезе не должно быть повреждений и загрязнений.

Устойчивость лебедки МЛШ-1200 Д к опрокидываниям в большинстве случаев обеспечивается при помощи синтетического крепежного ремня, которым обхватывают дерево или столб [5].

В случае отсутствия на тоне деревьев и столбов в качестве якоря лебедки могут использоваться кольца или бревна, закопанные в землю. Также в качестве якоря может использоваться автомобиль, поставленный на стояночный тормоз и с заблокированными колесами. Альтернативным способом лебедку можно прикрепить к перемещаемому грузу, а край каната завязать в неподвижной точке. В этом случае лебедка вместе с грузом будут перемещаться к точке, в которой привязан канат.

#### Техническая характеристика лебедки МЛШ-1200 Д

Габариты, мм	
длина.....	420
ширина.....	370
высота.....	370
Суммарный вес (без топлива), кг.....	13
Тяговое усилие, кг.....	1200
Скорость протяжки, м/мин.....	12-18
Передаточное число.....	120:1
Диаметр каната, мм.....	10-12
Рабочий орган.....	Турачка
Количество рабочих органов.....	1

#### Техническая характеристика двигателя Honda GXH 50

Габариты двигателя, мм	
длина.....	225
ширина.....	274
высота.....	353
Тип двигателя.....	4-тактный, верхнеклапанный, одноцилиндровый
Рабочий объем, см <sup>3</sup> .....	49
Диаметр цилиндра•Ход поршня, мм.....	41,8•36,0
Максимальная мощность, кВт (об./мин.).....	1,6 (7000)
Макс. вращающий момент, Н•м (об./мин.).....	2,7 (4500)
Расход топлива, л/Н (об./мин.).....	0,91 (3000)
Емкость топливного бака, л.....	0,77
Объем масла в двигателе, л.....	0,25
Сухая масса, кг.....	5,5
Топливо.....	бензин АИ92, АИ95
Система охлаждения.....	воздушная, с принудительной циркуляцией воздуха

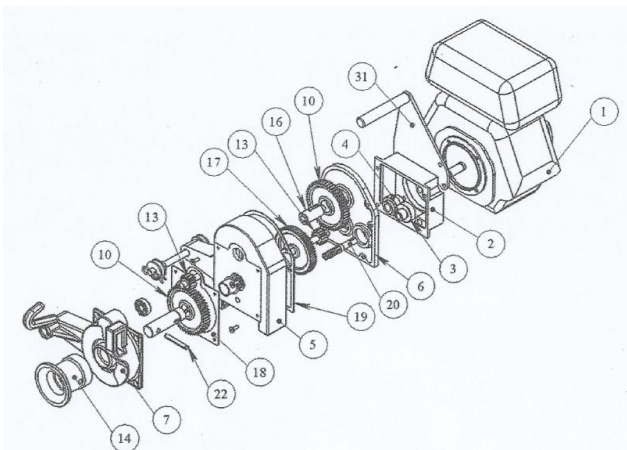


Рис. 2 Устройство лебедки МЛШ-1200 Д

При озерном или морском лове равнокрылыми неводами невод выметывается с помощью лодки и притоняется на берег или судно. Часто лебедки при обтяжном лове устанавливаются непосредственно на судах. Установка промышленного оборудования на судне обеспечивает его перемещение с тони на тону. Лебедка МЛШ-1200 Д устанавливается на берегу тони. Выборка урезом осуществляется одновременно. Устройство лебедки МЛШ-1200 Д представлено на рис. 2 [5].

На рисунке указаны следующие позиции: 1 – двигатель Honda GXH 50 SE; 2 – корпус переходного редуктора; 3 – шестерня #5; 4 – шестерня #6; 5 – корпус



редуктора; **6** – крышка редуктора задняя; **7** – крышка редуктора передняя; **10** – шестерня #4; **13** – шестерня #3; **14** – шпуля; **16** – вал переходной; **17** – шестерня #2; **18** – прокладка передняя; **19** – прокладка задняя; **20** – шестерня #1; **31** – ручка лебедки (в сборе).

Включение лебедки осуществляется следующим образом. Шнуровой стартер двигателя необходимо натянуть по оси отводного отверстия шнура. Для остановки лебедки необходимо постепенно уменьшать натяжение, а затем опустить шнур для перевода двигателя на холостой ход и выключить зажигание. После остановки двигателя необходимо дать ему остыть в течение 15 минут.

В полевых условиях часто применяются лебедки с приводом от двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Двигатели внутреннего сгорания в отличие от других источников энергии, компактные, легкие и экономичные.

Привод лебедки осуществляется от двигателя внутреннего сгорания Honda GXH 50 [7,8]. Двигатель Honda GXH 50 оснащен системой Oil Alert™, автоматически отключающей зажигание при падении уровня масла ниже безопасного. Эта система также отключает зажигание, если угол работы лебедки превышает  $20 \pm 4^\circ$ . Это обеспечивает сохранение лебедкой относительно горизонтального положения. Тяговая характеристика двигателя Honda GXH 50 представлена на рис. 3 [9]. Максимальная мощность 1,6 кВт достигается при скорости двигателя 7000 об./мин. Максимальный вращающий момент составляет 2,7 Н·м при скорости двигателя 4500 об./мин. Двигатели Honda рекомендуется эксплуатировать при температуре воздуха от  $-15$  до  $+40^\circ\text{C}$  для двигателей с горизонтальным коленчатым валом и от  $-5$  до  $40^\circ\text{C}$  для двигателей с вертикальным коленчатым валом. Шумовое воздействие лебедки зависит от режима работы двигателя. При холостом ходе уровень шума составляет 73 дБА, при работе двигателя в полную силу 89 дБА. Данное звуковое давление указано для положения оператора лебедки. При работе рекомендуется использовать средства защиты органов слуха.

При работе с лебедкой МЛШ-1200 Д, как и с любым промышленным оборудованием, необходимо соблюдать требования безопасности. Во время выборки натянутый урез может дать обратный ход. Это может привести к ожогам или затягиванию рук в лебедку. Поэтому выборку уреза осуществлять в защитных рукавицах. Запрещается наматывать урез на руки или тело, прикасаться к урезу, находящемуся под нагрузкой. Лебедку запрещается использовать для перемещения катящихся объектов, из-за того, что они могут выйти из-под контроля. В выхлопном газе двигателя содержится токсичный угарный газ, поэтому необходимо использовать лебедку на открытом воздухе или хорошо проветриваемых помещениях. Наблюдатели должны находиться вне рабочей области. Лебедка не предназначена для подъема предметов или людей.

Лебедка МЛШ-1200 Д до настоящего времени не использовалась на промысле закидными неводами, поэтому оценить работоспособность не представляется возможным. Разработчик лебедки ООО «Мастер-Лебедка» (Санкт-Петербург).

Таким образом, достоинствами лебедки являются небольшой вес, постоянная готовность к работе и независимость от внешних источников энергии за счет использования двигателя внутреннего сгорания. Наличие барабана-турочки позволяет выбирать урезы неограниченной длины. Небольшая масса лебедки обеспечивает ее перемещение с тони на тоню. К недостаткам лебедки можно отнести необходимость ручной выборки и укладки уреза. Предъявляются высокие требования к урезу. Лебедка обеспечивает тягу уреза в узком диапазоне скоростей 12 – 18 м/мин (0,2 – 0,3 м/с).

Лебедка МЛШ-1200 Д может использоваться для тяги урезом закидного невода при обтяжном лове. Выборку сетной части невода, выливку улова, укладку невода необходимо осуществлять с помощью другого оборудования.

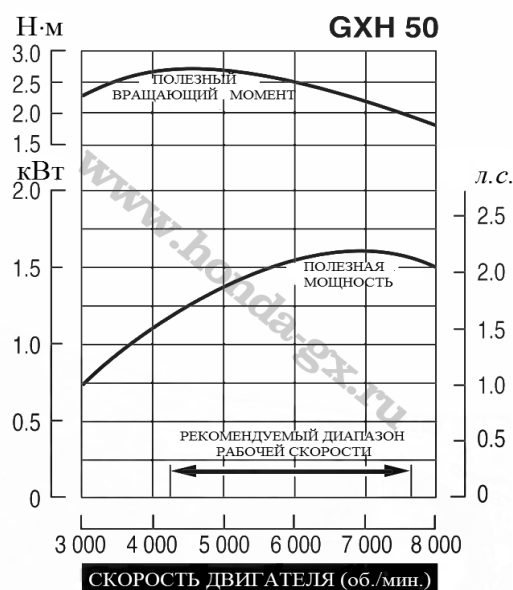


Рис. 3 График зависимости мощности и вращающего момента от скорости двигателя Honda GXH 50

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

### Литература

1. Борисов Н.И. Механизация речного, озерного и морского рыболовства. – М.: Пищепромиздат, 1961. – 428 с.
2. Торбан С.С. Механизация обтяжного неводного лова рыбы. – М.: Пищепромиздат, 1954. – 48 с.
3. Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. – М.: Высшая школа, 2001. – 576 с.
4. МЛШ-1200Д – лебедка шпилевая, веревочная с приводом от двигателя HONDA GXH-50 URL: <http://www.pilorama.spb.ru/lebedkamlsh1200d.html> (дата обращения 02.12.2014).
5. Мотолебедка шпилевая с двигателем Honda GXH 50. Модель «МЛШ-1200 Д». Руководство пользователя. - СПб.: ООО «Мастер-Лебедка». – 19 с.
6. МЛШ-1200 – лебедка шпилевая, веревочная с приводом от бензопилы. – URL: <http://www.pilorama.spb.ru/lebedkamotoshpil.html> (дата обращения 02.12.2014).
7. Двигатель Honda GXH 50, GXV 50. Руководство по эксплуатации.
8. HONDA GXH-50 URL: <http://www.honda-gx.ru/honda-gxh-50.shtml> (дата обращения 05.01.2015).
9. Графики для двигателя Honda GXH 50 URL: <http://www.honda-gx.ru/graph-gxh50.shtml> (дата обращения 09.12.2014).

УДК 621.341.572.062.1

**С.Ю. Труднев, А.А. Марченко**

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

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОДНОФАЗНОГО ИНВЕРТОРА НА ОДНОФАЗНУЮ СЕТЬ**

В материалах отражена структура работы устройства, позволяющего улучшить качество электрической энергии. Разработана математическая модель однофазной сети и однофазного источника питания, работающего через инвертор. На основании математической модели разработана и исследована имитационная модель предлагаемого устройства в программе MATLAB. Проанализирован динамический режим электроэнергетической системы с активно-индуктивной нагрузкой на примере виртуальной модели, разработанной в программе MATLAB. Выявлен положительный эффект параллельной работы однофазной сети и ШИМ-инвертора при нарушении динамической устойчивости электроэнергетической системы.

**Ключевые слова:** модель, инвертор, источник.

**S.U. Trudnev, A.A. Marchenko**

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

### **RESEARCH OF INFLUENCE OF DYNAMIC LOAD DURING THE PARALLEL OPERATION OF THE SINGLE-PHASE INVERTER OF THE SINGLE-PHASE NETWORK**

The structure of operation of the device allowing to improve quality of electric energy is reflected in materials. The mathematical model of a single-phase network and the single-phase power supply working via the invert-

er is developed. On the basis of mathematical model the imitating model of the offered device in the MATLAB program is developed and investigated. The dynamic mode of electrical power system with active and inductive loading on the example of the virtual model developed in the MATLAB program is analysed. The positive effect of parallel work of a single-phase network and the PWM-inverter at violation of dynamic stability of electrical power system is revealed.

**Key words:** model, inverter, source.

Включение в параллель даже неинерционного источника электрической энергии является сложным технологическим процессом, обусловленным рядом условий. Для безударного включения источника, в данном случае даже инвертора, на параллельную работу необходимо выполнить следующие условия синхронизации [1]:

Для однофазной системы питания:

- 1) равенство ЭДС  $E_r$  подключаемого источника и напряжения  $U_c$  сети и, т.е.  $|E_r| = |U_c|$ ;
- 2) равенство частот подключаемого источника и сети, т.е.  $f_c = f$ ;
- 3) совпадение по фазе одноименных векторов фазных напряжений подключаемого источника и, т.е.  $\varphi = 0^\circ$ .

При выполнении этих условий источник успешно войдет в синхронизм с сетью и не создаст существенных отклонений по частоте питающей сети и напряжению, определенных требованиями ряда нормативных документов [2].

В настоящее время широкое распространение получили инверторы с широтно-импульсной модуляцией, собранные на IGBT-транзисторах. Высокое входное сопротивление, низкий уровень управляющей мощности и низкое остаточное напряжение во включенном состоянии позволяют использовать IGBT-транзистор в качестве устройства ключевого действия в системах управления силовым электрооборудованием с рабочим током до 1200 А и напряжением до 10кВ. Благодаря своим качественным характеристикам и способности работать на частоте до 20 кГц IGBT-транзистор нашел широкое применение в схемах инверторов с широтно-импульсной модуляцией в системах управления электроприводом и системой аварийного однофазного и трехфазного питания от источников постоянного тока.

В качестве источника бесперебойного питания ШИМ-инвертор собирается по схеме, изображенной на рис. 1.

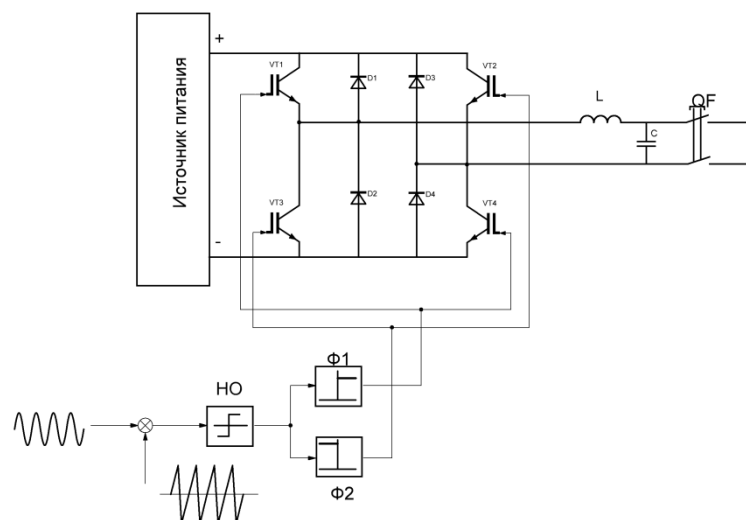


Рис. 1. Структурная схема однофазного ШИМ инвертора

Однофазный инвертор получает питание от источника постоянного напряжения.  $VT1 - VT4$  электронные ключи, каждый из которых включает IGBT-транзистор, работающий в ключевом режиме, и диод обратного тока. Система управления транзисторными ключами содержит в своем составе ноль-орган (НО) и формирователи  $\Phi1$  и  $\Phi2$ . На входе НО сравниваются задающий синусоидальный сигнал и пилообразное опорное напряжение, а их разность задает открытие пар

транзисторов. При помощи управляющего сигнала на базе транзисторов можно регулировать амплитудное значение напряжения и частоты выходного сигнала, а также задавать фазовый сдвиг выходного напряжения на инверторе [1].

Согласно структурной схеме ШИМ-инвертора в программе *MatlabR2012a* была разработана имитационная модель, представленная на рис. 2.

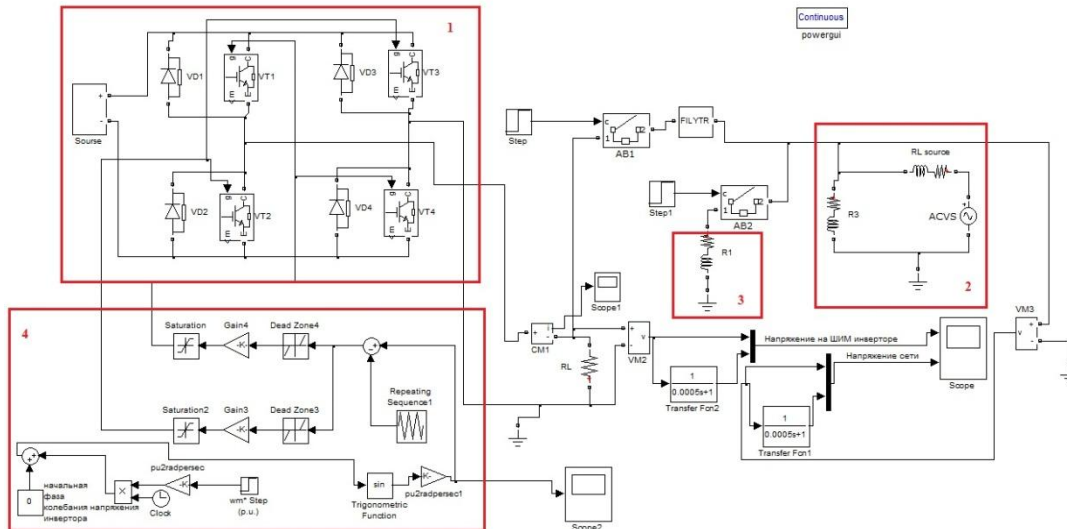


Рис. 2. Имитационная модель для исследования синхронизации ШИМ-инвертора и однофазной сети:  
 1 – инвертор на IGBT-транзисторах; 2 – однофазная сеть; 3 – активно-индуктивная нагрузка;  
 4 – модуль управления IGBT транзисторами

В составе модели инвертор с ШИМ, представленный блоками *IGBT*, *Diode*, *Repeating Sequence* и источником постоянного напряжения  $U = 300$  В, однофазный источник переменного напряжения  $U_c = 300$  В, активно-индуктивная нагрузка, задатчик управляющих импульсов для управления работой двух пар IGBT транзисторов [3].

Как известно из теории электрических машин, подключение активно-индуктивной нагрузки к генератору переменного тока вызывает провал напряжения и снижение частоты тока. Значительные броски напряжения и частоты негативно сказываются на качестве электрической энергии. Исходя из этого, можно сделать выводы о том, что включение в параллель неинерционного источника питания компенсирует колебания частоты и напряжения, что приведет к улучшению качества электрической энергии. Для подтверждения был произведен следующий эксперимент: в момент времени  $t = 0,05$  секунд к однофазной сети 2 подключается активно-индуктивная нагрузка 3.

На рис. 3 представлен график зависимости напряжения однофазной сети от времени.

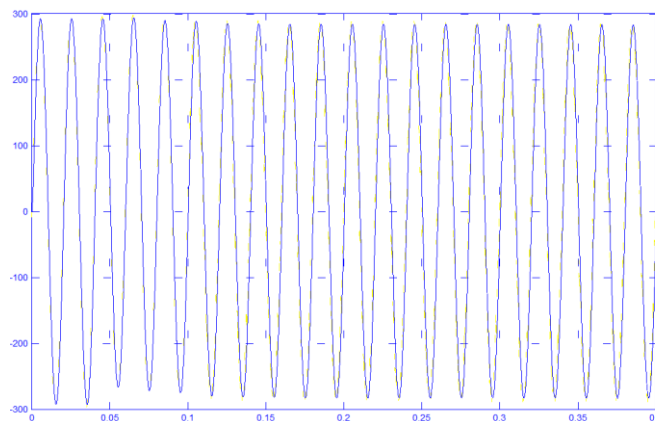


Рис. 3. График зависимости выходного напряжения однофазной сети от времени (первый эксперимент)

В момент включения активно-индуктивной нагрузки 3 происходит провал напряжения в 25 В и снижение частоты тока на 0,8 Гц

Затем проводится второй эксперимент: в момент времени  $t = 0,05$  секунд к однофазной сети 2 подключается активно-индуктивная нагрузка 3, в этот же момент времени  $t = 0,1$  для компенсации провалов включается на параллельную работу однофазный ШИМ-инвертор 1. На рис. 4 представлен график зависимости напряжения однофазной сети от времени второго эксперимента. Как видно из графика, результаты второго эксперимента подтверждают улучшение динамической устойчивости электроэнергетической системы. В момент включения нарушения динамической устойчивости энергосистемы наблюдается отклонение напряжения 11 В, снижение частоты отсутствует, это говорит о том, что параллельное включение ШИМ-инвертора привело к снижению амплитуды колебания основных параметров качества электрической энергии.

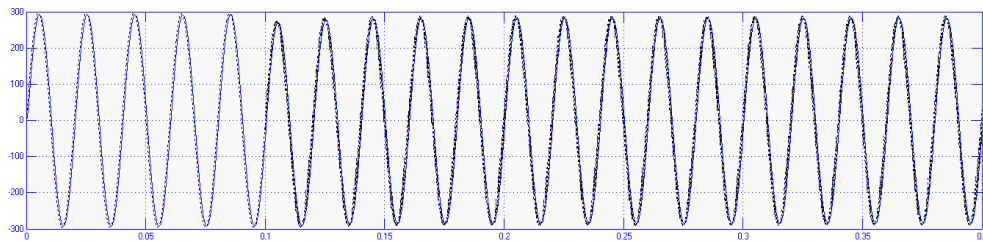


Рис. 4. Графики зависимости выходного напряжения однофазной сети от времени (второй эксперимент)

Анализируя данные, полученные в ходе экспериментов, можно судить о том, что применение неинерционных источников питания окажет положительное влияние на качество электрической энергии, а значит, снизит потери электроэнергии, все это приведет к увеличению энергоэффективности энергосистемы в целом.

### Литература

1. Труднев С.Ю. Исследование параллельной работы ШИМ инвертора и однофазной сети // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 6 (28). – С. 60–67.
2. Правила классификации и постройки морских судов. – СПб: Транспорт, 2010. – 280 с.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 88 с.

УДК 621.314.11:629.561.5

**С.Ю. Труднев, А.А. Марченко**

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

### **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ДГА СУДНА ТИПА ЛЕДОКОЛ «САДКО»**

В материалах освещены проблема старения флота и основные пути и способы ее решения. Разработана математическая модель параллельной работы дизель-генераторных агрегатов, установленных на судне типа ледокол «Садко». Представлены основные характеристики источников судна. Выявлен конечный результат, и определены основные переменные величины, влияющие на устойчивость параллельной работы двух дизель-генераторов и качество электрической энергии электростанции судна.

**Ключевые слова:** модель, ледокол, дизель, генератор.

**S.U. Trudnev, A.A. Marchenko**

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

## **DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL OF PARALLEL WORK OF DGA OF THE ICE BREAKER VESSEL "SADKO"**

The problem of aging of fleet and the main ways and ways of its decision is covered in the article. The mathematical model of parallel operation of the diesel-generator units installed on the ice breaker «Sadko» is developed. The main characteristics of sources of the vessel are presented. The final result is revealed and the main variables influencing on the stability of parallel operation of two diesel generators and quality of electric energy of the vessel power plant are defined.

**Key words:** model, ice breaker, diesel, generator.

Технические средства, обеспечивающие возможность автономного плавания судна, образуют сложные системы взаимосвязанных объектов, требующих согласованного управления в условиях интенсивных внешних воздействий. Это обуславливает сложность задач управления, эффективное решение которых возможно лишь при использовании самых современных средств автоматизации и методов управления. Судно типа ледокол «Садко» является автономным техническим средством, которое большую часть времени проводит в условиях сурового климата, а значит к судовой электроэнергетической системе судна типа ледокол предъявляются дополнительные требования по бесперебойной подаче электрической энергии. Выход из строя основных источников питания приведет к снижению безопасности мореплавания или гибели людей, что является недопустимым. Вероятность отказа оборудования увеличивается вместе со сроком службы, это является основной проблемой для современного камчатского флота, так как большинство судов имеют срок службы свыше 10–15 лет. Одним из выходов из сложившейся ситуации может быть переоборудование или модернизация имеющегося флота новейшим технологическим оборудованием, что позволит значительно сократить затраты и уменьшить срок окупаемости за счет применения средств вычислительной и микропроцессорной техники в системах автоматического управления и контроля судовыми техническими средствами и технологическими процессами.

Процесс производства и передачи электроэнергии является столь динамичным и постоянно подверженным случайным возмущающим воздействиям, что без автоматического управления его функционирование невозможно. Такие его особенности, как равенство в каждый момент времени генерируемой и случайно изменяющейся, требуемой нагрузкой, мощностей, время от времени возникающие короткие замыкания, высокая быстротечность электромагнитных и электромеханических переходных процессов, обусловили развитие технических средств автоматического управления еще в начальный период становления электроэнергетики. Под автоматическим понимается управление процессом производств, передачи и потребления электроэнергии в целом без непосредственного участия человека.

Основным назначением устройства автоматического регулирования напряжения является быстрое и значительное увеличение возбуждения генератора, которое обеспечивают системы возбуждения при нарушениях нормального режима, сопровождающихся понижением напряжения или увеличением тока.

Также в случае падения частоты ниже установленного значения определенная функция регулятора уменьшает выходное напряжение приблизительно на 15%, что в свою очередь уменьшает величину текущего наброса активной мощности на 25%, пока частота не достигнет номинального значения, таким образом функция может использоваться для уменьшения продолжительных отклонений частоты в случае наброса нагрузки, благодаря новой системе является увеличение токов при коротком замыкании, что повышает надежность действия релейной защиты, имеющей выдержки времени.

Положительным результатом есть и увеличение срока эксплуатации нового генераторного агрегата, и значительные сокращения в затратах на ремонт.

На судне, как правило, работают два генератора, оценить качество работы каждого в отдельности достаточно сложно, поэтому для качественной оценки всех выходных параметров каждого параллельно работающего генератора в целом необходимо разработать математическую модель параллельной работы генератора.

В качестве объекта исследования выбрана судовая электроэнергетическая система судна типа ледокол «Садко».

Проведем исследование параллельной работы двух судовых синхронных генераторов, установленных на ледоколе «Садко». На ледоколе установлены три судовых дизеля 6ЧН25/34, спаренных с судовым синхронным генератором МСС 275—500 [1]. Характеристики генераторного агрегата представлены в таблице.

Таблица

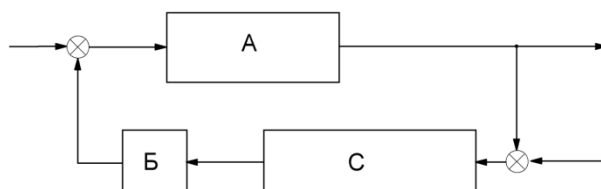
Паспортные характеристики дизель-генераторного агрегата 6ЧН25/34, МСС 275-500

Основные технические характеристики дизеля	
Номинальная мощность	300 кВт
Скорость вращения	500 об/мин
Механический к.п.д. дизеля	$\Pi_{д} = 0,8$
Основные технические данные генератора	
Номинальная мощность	275 кВт·А, 220кВт
Номинальное напряжение	400/230В
Номинальная скорость вращения	500 об/мин
Номинальный к.п.д.	$\Pi_{г} = 91,5\% = 0.91$ .

Параллельная работа дизель-генератора

$$A = \frac{1}{pT_3}; \quad B = \frac{k}{p^2T_d^2 - pT_d + 1}; \quad C = (p^2T_1^2 - pT_1 + 1)k_{зд}.$$

Имеется два дизель-генератора с одинаковыми параметрами, структурная схема системы представлена на рисунке. Рассмотрим режим распределения нагрузок между этими двумя параллельно работающими генераторами.



Структурная схема параллельной работы генератора

Запишем уравнения для каждого из дизель-генераторов [2]:

$$Jp^2\theta_1 + cp\theta_1 + \delta\theta_1 = m_{дв1}. \quad (1)$$

$$Jp^2\theta_2 + cp\theta_2 + \delta\theta_2 = m_{дв2}. \quad (2)$$

Вычитая почленно, получим

$$Jp^2\Delta\theta + cp\Delta\theta + \delta\Delta\theta = \Delta m_{дв}, \quad (3)$$

где

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2, \quad \Delta m = m_{дв1} - m_{дв2}. \quad (4)$$

Определим коэффициенты уравнения (4).

Приведенный момент инерции равен

$$J = \frac{1}{p_{II}} \frac{1}{4q} GD^2. \quad (5)$$

$$J = \frac{1}{p_{II}} \frac{1}{4q} \frac{M_{НОМ} T_{д} 375}{n_{НОМ} \eta_{Г}} = \frac{1}{64} \frac{1}{9,8} \frac{429 \cdot 2,8 \cdot 375}{500 \cdot 0,91} 4,22 \text{ кгм}^2,$$

где  $p_n$  – число пар полюсов генератора;

$T_{д} = 2,8$  с – постоянная времени дизеля;

$M_{НОМ}$  – номинальный момент на валу генератора, определяемый из выражения:

$$M_{НОМ} = \frac{975 P_{НОМ}}{n_{НОМ}} \quad (6)$$

$$M_{НОМ} = \frac{975 \cdot 220}{500} = 429 \text{ кгм.}$$

Подставив значения  $x_d = 1,336$  о. е. и  $x_q = 0,83$  о. е. в уравнение, получим значение  $\delta$  в относительных единицах

$$\delta = \frac{1}{x_d} + \frac{1}{x_q}$$

$$\delta = \frac{1}{1,336} + \frac{1}{0,83} = 1,95 \text{ о.е.}$$

Переходя к абсолютным величинам с учетом размерности правой части уравнения (4), получим

$$\delta = \delta \frac{M_{НОМ}}{\eta_{Г}} = 1,95 \frac{429}{0,91} = 920.$$

На основании паспортных данных генератора имеем переходное индуктивное сопротивление по продольной оси генератора  $X_d = 0,26$  о.е.; постоянную времени переходного процесса изменения магнитных полей продольной оси ротора при замкнутой цепи статора  $T'_d = 0,26$  сек. Критическое скольжение определим по формуле:

$$S = \frac{1}{T' d \omega_0}, \quad (7)$$

$$S = \frac{1}{0,25 \cdot 314} = 0,012.$$

Также по паспорту найдем сверхпереходное сопротивление по продольной оси генератора  $x''_d = 0,143$  о. е.; постоянную времени сверхпереходного процесса изменения магнитных полей по продольной оси ротора при замкнутой цепи статора  $T''_d = 0,006$  сек; сверхпереходное сопротивление по поперечной оси  $x''_q = 0,186$  о. е.; постоянную времени успокоительного контура (пусковой клетки) по поперечной оси ротора при замкнутом статоре  $T''_q = 0,1$  сек.

С учетом этого вычислим составляющие синхронного момента  $m'_d$ ,  $m''_d$  и  $m''_q$  для одного конкретного значения скольжения  $S = 0,012$ :



значение составляющей  $m'_d$

$$m'_d = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{x'_d} - \frac{1}{x_d} \right) \frac{ST'_d \omega_0}{1 + (ST'_d \omega_0)^2} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{0,26} - \frac{1}{1,336} \right) \frac{0,012 \cdot 0,26 \cdot 314}{1 + (0,012 \cdot 0,26 \cdot 314)^2} = 0,75 \text{ о. е.};$$

значение составляющей  $m''_d$

$$m''_d = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{x''_d} - \frac{1}{x'_d} \right) \frac{ST''_d \omega_0}{1 + (ST''_d \omega_0)^2} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{0,143} - \frac{1}{0,26} \right) \frac{0,012 \cdot 0,06 \cdot 314}{1 + (0,012 \cdot 0,06 \cdot 314)^2} = 0,035 \text{ о. е.}$$

значение составляющей  $m''_q$

$$m''_q = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{x''_q} - \frac{1}{x'_q} \right) \frac{ST''_q \omega_0}{1 + (ST''_q \omega_0)^2} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{0,186} - \frac{1}{0,83} \right) \frac{0,012 \cdot 0,1 \cdot 314}{1 + (0,012 \cdot 0,1 \cdot 314)^2} = 0,072 \text{ о. е.}$$

Значение асинхронного момента  $m_a$

$$m_a = m'_d + m''_d + m''_q \quad (8)$$

$$m_a = 0,75 + 0,095 + 0,72 = 1,505 \text{ о. е.}$$

С другой стороны,

$$m_a = c \frac{d\theta}{dt} = c S \omega_0, \quad (9)$$

откуда

$$c = \frac{m_a}{S \omega_0} = \frac{1,505}{0,012 \cdot 314} = 0,4 \text{ о. е.}$$

Переходя к абсолютным величинам, найдем

$$c = c \frac{M_{\text{НОМ}}}{\eta_{\Gamma}} = 0,4 \frac{429}{0,91} = 189.$$

Подставляя значения  $J$ ,  $c$  и  $\delta$  в уравнение (4), получим

$$4,22 p^2 \Delta\theta + 189 p \Delta\theta + 920 \Delta\theta = \Delta m_{\text{ДВ}} \frac{M_{\text{НОМ}}}{\eta_{\Gamma}} = 470 \Delta m_{\text{ДВ}}.$$

Последнее уравнение перепишем в виде

$$0,005 p^2 \Delta\theta + 0,2 p \Delta\theta + \Delta\theta = 0,5 \Delta m_{\text{ДВ}}.$$

Вводя обозначение  $k = 0,5$ ;  $T_d^2 = 0,005$ ;  $T'_d = 0,2$ , на основании последнего уравнения получаем передаточную функцию рассматриваемого объекта регулирования [3]:

$$W_{\text{Д}}(p) = \frac{\Delta\theta(p)}{\Delta m_{\text{ДВ}}(p)} = \frac{k}{T_d^2 p^2 + T'_d p + 1} = \frac{0,5}{0,005 p^2 + 0,2 p + 1}. \quad (10)$$

Представим полученное звено в виде двух звеньев с постоянными времени  $T_4 = 0,196$  с,  $T_5 = 0,0245$  с, определяемыми величинами, обратными корням характеристического уравнения  $T_d^2 p^2 + T_d' p + 1 = 0$ .

$$W_d(p) = \frac{k}{T_d^2 p^2 + T_d' p + 1} = \frac{k}{(T_4 p + 1) + (T_5 p + 1)} = \frac{k}{(0,196 p + 1) + (0,0245 p + 1)}. \quad (11)$$

Постоянные времени задающего двигателя, определенные для рассматриваемой системы способом, указанным в предыдущем параграфе, имеют следующие значения:  $T_1 = 0,322$  с;  $T_2 = 0,38$  с. Постоянная времени гидропривода, исходя из указанных ранее соображений, принята равной 0,2, т. е.  $T_3 = 0,2$  с.

С учетом уравнения (11) и значений  $k_{3,0} = 1$  постоянных  $T_1$ ,  $T_2$  и  $T_3$  структурная схема рис. 1 преобразуется к виду, представленному согласно полученной математической модели:

$$W_d(p) = \frac{\Delta \xi(p)}{\Delta \lambda(p)} = \frac{k(T_1^2 p^2 + T_2 p + 1)}{T_3 p(T_4 p + 1) + (T_5 p + 1)} = \frac{0 \cdot 0,5(0,322^2 p^2 + 0,38 p + 1)}{p(0,196 p + 1) + (0,0245 p + 1)}. \quad (12)$$

Таким образом, полученная математическая модель позволит подробно исследовать техническое состояние каждого дизель-генератора, участвующего в параллельной работе.

### Литература

1. Полярный порт России [Электронный ресурс]: «Садко», дизель-электрический ледокол. – URL: <http://www.polarpost.ru/forum/viewtopic.php?f=4&t=890>.
2. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – М.: Корона-Век, 2008. – 368 с.
3. Краснов В.В., Мещанинов П.А., Мещанинов А.П. Основы теории расчета судовых электроэнергетических систем: Моделирование для исследования специальных режимов: Учебное пособие. – Л.: Судостроение, 1989. – 328 с.

УДК 574.62:595.384.2(265.51)

П.А. Федотов<sup>1</sup>, А.В. Винников<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр»  
Владивосток, 690091  
e-mail: fedotovbash57@mail.ru

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр»  
ЧукотТИНРО, Анадырь, Чукотский АО, 689000  
e-mail: kamchatka62@mail.ru

### К ОЦЕНКЕ ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА СИНЕГО КРАБА (*PARALITHODES PLATYPUS*) В ОЛЮТОРСКО-НАВАРИНСКОМ РАЙОНЕ БЕРИНГОВА МОРЯ

В данной работе рассматриваются межгодовая динамика промыслового запаса, пространственное распределение и некоторые особенности биологии синего краба в Олюторско-Наваринском районе Берингова моря. Было установлено, что в 2014 г. произошло очередное перераспределение промыслового запаса. Ранее, в 2008–2010 гг., значительная часть промысловых самцов обитала в районе наваринского шельфа, их доли составляли 63% от общей величины запаса. Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал увеличение среднего размера промысловых самцов. Состояние популяции синего краба можно считать хорошим с тенденцией к увеличению промыслового запаса.

**Ключевые слова:** синий краб, промысловый запас, размерные группы, Берингово море, Олюторско-Наваринский район.

P.A. Fedotov<sup>1</sup>, A.V. Vinnikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Scientific Institution «TINRO-Center»  
Vladivostok, 690091

e-mail: fedotovbash57@mail.ru

<sup>2</sup> Federal State Scientific Institution «TINRO-Center» ChukotTINRO,  
Chukotsky AO, 689000

e-mail: kamchatka62@mail.ru

## TO THE ASSESSMENT OF FISHING BLUE CRAB (*PARALITHODES PLATYPUS*) STOCK IN OLYUTOR-NAVARINO REGION OF THE BERING SEA

The interannual dynamics of the commercial stock, spatial distribution and some aspects of the blue crab life in Olyutorsky-Navarino region of the Bering Sea were analyzed. It was found that there was another redistribution of the commercial stock in 2014. Earlier in 2008-2010 a significant portion of commercial males lived in the area of Navarino shelf, their share was 63% of the total stock. The analysis of the interannual dynamics of the size of the males showed the increase of the commercial males average size. Blue crab population status can be considered satisfactory with the tendency to be increased in commercial stock.

**Key words:** blue crab, commercial stock, size groups, the Bering Sea, Olyutorsky-Navarino area.

Синий краб является наиболее ценным среди промысловых видов крабов в северо-западной части Берингова моря. Традиционными местами его промысловых скоплений является Олюторско-Наваринский район. В результате исследований 2014 г. установлено, что расположение промысловых скоплений синего краба по сравнению с прошлыми годами изменилось незначительно. Однако произошло перераспределение промыслового запаса между корякским и наваринским п/районами, в корякском районе он увеличился до 70% (в 2013 г. – 41%).

В данной работе рассматриваются межгодовая динамика промыслового запаса, распределение и некоторые особенности биологии этого вида в северо-западной части Берингова моря.

Материалами для данного сообщения послужили данные полученные при выполнении траловой съемки ФГУП «ТИНРО-Центр» и ловушечных съемок при проведении промысла в 2014 г. При проведении траловой съемки использовали донный трал № 27,1/24,4м с вертикальным раскрытием – 3–4 м и горизонтальным раскрытием – 16 м. Нижняя подбора была оснащена двойным набором якорных цепей (150 кг) на 10 см поводцах, верхняя подбора была оснащена 30 кухтылями. В качестве грузов-углубителей применена якорная цепь – по 50 кг. Кутцевая часть оснащена мелкоячеистой вставкой с ячеей 10 мм. Скорость траления изменялась в пределах 2,2–3,3 узлов в зависимости от ветра, волнения, течений, состояния грунтов и в среднем составляла 2,7 узла.

При выполнении ловушечных съемок исследования проводились стандартными коническими ловушками, объединенными в порядки по 150 ловушек. Расстояние между ловушками составляло 20 м, время застоя ловушек варьировало от 1,5 до 3,5 суток. В качестве приманки использовалась свежемороженая сельдь. Схема станций при проведении донной траловой съемки в ИЭЗ в 2014 г. и ловушечных съемок в территориальных водах приведена на рисунке 1.

Кроме того были использованы данные исследований 2005–2013 гг. в Западно-Берингоморской промысловой зоне.

Схема станций при проведении съемок в 2014 г. приведена на рис. 1–2.

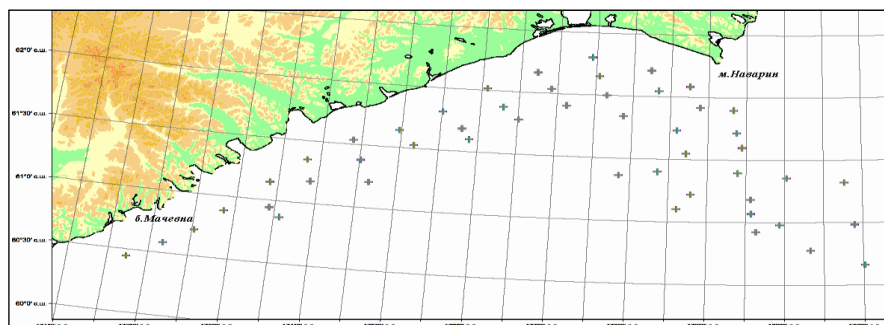


Рис. 1. Схема учетной донной траловой съемки, выполненной в ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны в 2014 г.

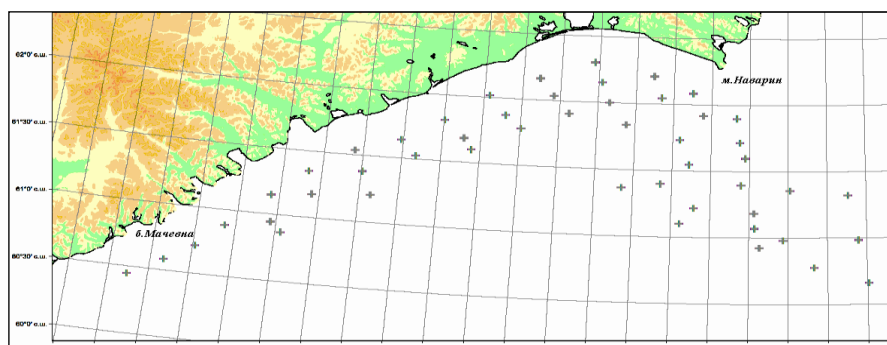


Рис. 2. Карта постановки обработанных (с биоанализом или просчетом) промысловых порядков в мае-июне 2014 г.

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам, принятым в ТИНРО-Центре.

Расчет численности крабов и их запасов выполнялся с помощью компьютерной программы ГИС «КартМастер 4.1». Карты количественного распределения крабов, графики размерного состава и биологического состояния обработаны и выполнены на ПЭВМ с применением программ Statistica 8.0 и Microsoft Excel 8.0.

В территориальных водах мае-июне 2014 г. у синего краба были отмечены три скопления промысловых самцов (рис. 3):

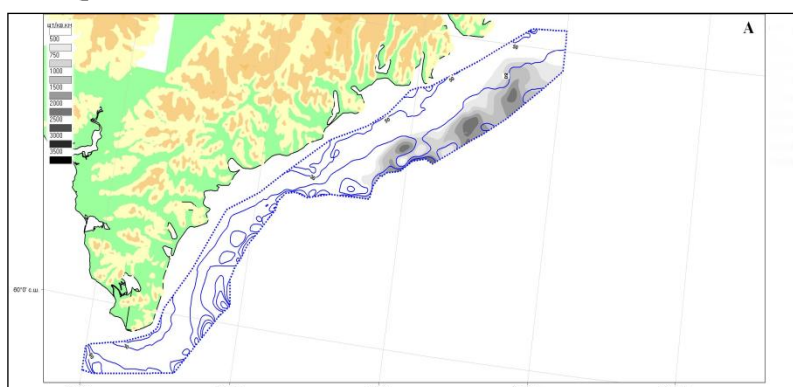


Рис. 3. Распределение промысловых самцов синего краба в территориальных водах корякского шельфа в 2014 г. Шкала – экз./км<sup>2</sup>

Концентрации непромысловых самцов и самок в территориальных водах были отмечены примерно в тех же районах.

Численность промысловых самцов синего краба в территориальных водах по данным ловушечной съемки была оценена в 0,910 млн. экз.

По данным траловой съемки в ИЭЗ было отмечено 4 промысловых скопления синего краба (рис. 4).

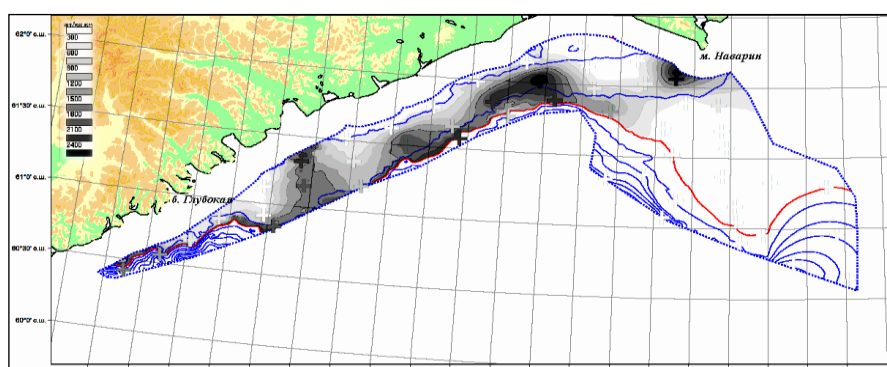


Рис. 4. Распределение промысловых самцов синего краба в ИЭЗ в октябре 2014 г. (по данным траловой съемки). Шкала – экз./км<sup>2</sup>

Непромысловые самцы и самки в основном встречались в местах концентрации промысловых особей.

В общем, по данным донной траловой съемки, в ИЭЗ Западно-Беринговоморской зоны (Олюторско-Наваринский район) в октябре 2014 г. численность промысловых самцов синего краба была оценена в 12,796 млн. экз.

Таким образом, в Западно-Беринговоморской зоне (с учетом территориальных вод) в 2014 г. суммарная численность промысловых самцов синего краба может быть оценена в 13,706 млн экз.

Динамика промыслового запаса в Западно-Беринговоморской зоне в период с 2005 г. по 2014 г. показана на рисунке 5.

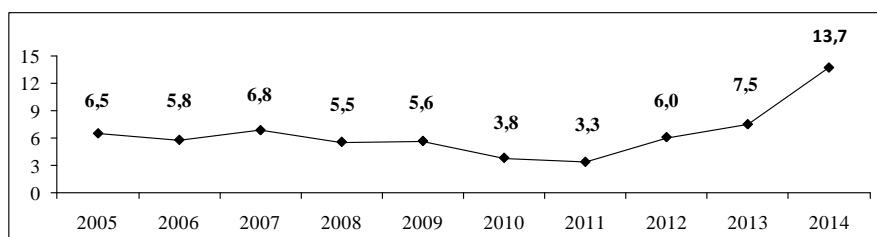


Рис. 5. Динамика промыслового запаса самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2005-2014 гг. По оси абсцисс – годы, по оси ординат – млн экз.

В 2005–2009 гг. промысловый запас варьировал от 5,5 до 6,8 млн экз., а после 2009 г. начал снижаться и в 2011 г. составил всего 3,3 млн экз. Произошло это и в связи элиминацией старших возрастных групп самцов и под воздействием промысла. В 2012–2013 гг. численность промысловых самцов возросла до 6,0 и 7,5 млн экз. В 2014 г. промысловый запас увеличился до 13,7 млн экз. Это было связано с тем, что большое количество пререкрутов, отмеченное еще в 2010 г. (по данным траловой съемки), к 2012–2013 гг. стали рекрутами и вступили в промысловую часть популяции.

Размерный состав и статистические характеристики самцов синего краба в целом в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2014 гг. представлен на рисунке 6 и таблице.

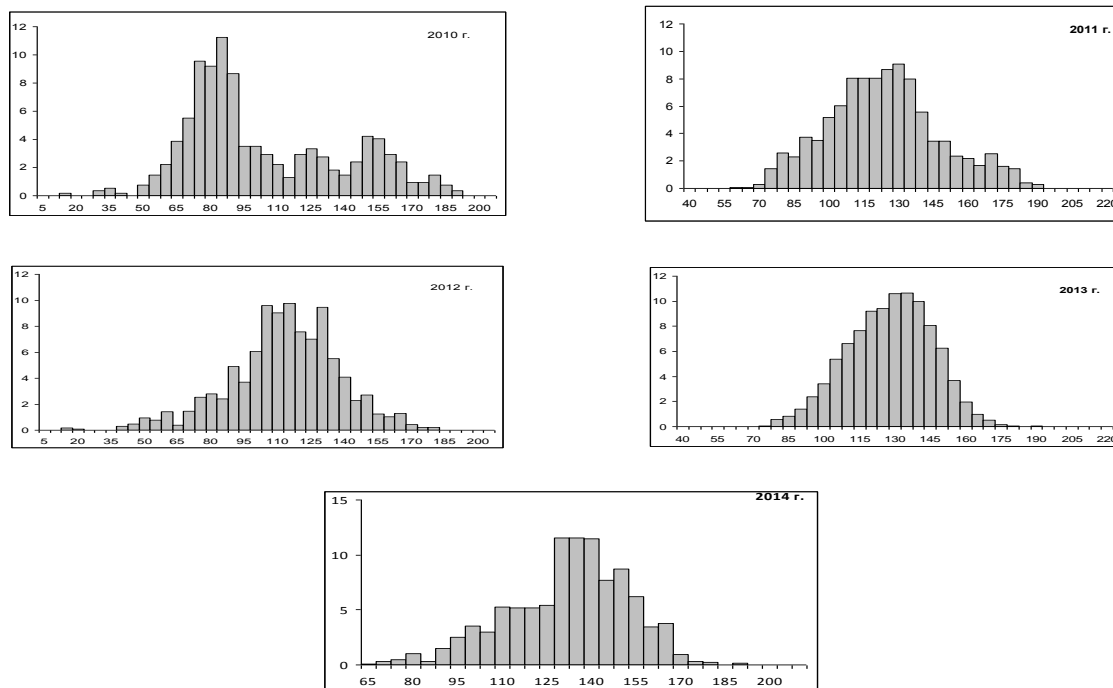


Рис. 6. Размерный состав самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2014 гг. По шкале абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – частота встречаемости, %

Соотношение разных размерных групп и доля промысловых самцов синего краба в Западно-Беринговоморской зоне в 2006–2014 гг. (по данным ловушечных и траловых съемок), %

Год	Ширина карапакса, мм					Доля пр. ♂♂, %
	< 100	100–114	115–129	130–149	≥150	
2006	7,2	12,4	18,7	27,5	34,2	61,7
2007	1,6	6,0	16,4	36,4	39,6	76,0
2008	2,9	4,1	11,1	33,6	48,3	81,9
2009	9,4	6,3	12,7	28,3	43,3	71,6
2010	10,9	10,0	10,9	23,5	44,7	68,2
2011	14,0	19,3	24,7	26,1	15,9	42,0
2012	22,4	24,7	24,3	21,4	7,2	28,6
2013	5,3	15,4	26,3	39,4	13,6	53,0
2014	6,2	11,8	15,8	42,2	24,0	66,2

В 2014 г. средний размер промысловых самцов составлял  $146,0 \pm 0,3$  мм, непромысловых –  $111,2 \pm 0,9$  мм. Доля самцов промыслового размера была оценена в 66%.

Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал, что в последние годы произошли заметные изменения. В 2010–2011 гг. распределение было полимодальным, причем в 2010 г. оно было со сдвигом в сторону самцов промыслового размера, а в 2011 г. – в сторону непромысловых крабов. В 2013 г. размерное распределение снова было мономодальным со сдвигом в сторону крупных особей. Изменения коснулись и соотношения самцов разных размерных групп. Это, прежде всего, относится ко всем самцам промыслового размера и в первую очередь к крупноразмерным особям.

Доля промысловых самцов начиная с 2009 г. начала постепенно снижаться и в 2012 г. составила всего 28% (самый низкий показатель за последние годы). В 2014 г. она увеличилась до 66%.

В настоящее время состояние популяции синего краба в северо-западной части Берингова моря можно оценивать как хорошее, более того, в ближайшие два года следует ожидать повышение промыслового запаса, и, соответственно, увеличение ОДУ.

УДК 574.62:595.384.2(265.51)

**П.А. Федотов, В.А. Дегтярева**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ТИНРО-Центр»*

*Владивосток, 690091*

*e-mail: fedotovbash57@mail.ru*

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ  
КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО (*CHIONOECETES OPILIO*)  
В ОЛЮТОРСКО-НАВАРИНСКОМ РАЙОНЕ БЕРИНГОВА МОРЯ**

В данной работе рассматриваются распределение и некоторые особенности биологии краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря. Было установлено, что у стригуна опилио, как и ранее, почти 100% запаса находилось в наваринском районе, а анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал незначительное изменение промысловой части популяции. На сегодняшний день состояние популяции стригуна опилио можно считать удовлетворительным с тенденцией к увеличению промыслового запаса.

**Ключевые слова:** краб-стригун опилио, промысловый запас, размерные группы, Берингово море, Западно-Беринговоморская зона.

P.A. Fedotov, V.A. Degtyarova

Federal State Scientific Institution «TINRO-Center»  
Vladivostok, 690091  
e-mail: fedotovbash57@mail.ru

## DISTRIBUTION AND SOME FEATURES OF BIOLOGY OPILIO CRAB (*CHIONOECETES OPILIO*) IN OLYUTOR-NAVARINO AREA BERING SEA

The distribution and some aspects of life opilio crab in the north-western part of the Bering Sea are presented in the article. It has been found that crab opilio population, as earlier, nearly 100% of the stock was in the region of Navarre. The analysis of the interannual dynamics of the size of the males showed a slight change of the fishing population. Today status of the opilio crab population can be considered satisfactory with a tendency to increase the commercial stock.

**Key words:** opilio crab, commercial stock, dimensional groups, the Bering sea, west Bering Sea zone.

Краб-стригун опилио является наиболее массовым среди промысловых видов крабов в северо-западной части Берингова моря. Традиционными местами массовых скоплений стригуна опилио были Анадырско-Наваринский район и в меньшей степени район корякского шельфа [1]. На большей части Анадырско-Наваринского района обитали молодые неполовозрелые особи опилио, крабы промыслового размера встречались только в южной части района. Основное промысловое скопление по-прежнему располагалось в наваринском районе.

В данной работе рассматриваются распределение и некоторые особенности биологии краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря [2]. Для рационального и эффективно использования краба-стригуна опилио необходимо ежегодное получение данных об их популяционной структуре и распределении.

Материалом для данного сообщения послужили данные полученные при выполнении траловых съемок судами ФГУП «ТИНРО-Центр» в 2005, 2008, 2010, 2012 и 2014 гг. в Западно-Берингоморской промысловой зоне. При проведении съемок использовали донный трал № 27,1/24,4м с вертикальным раскрытием – 3–4 м и горизонтальным раскрытием – 16 м. Нижняя подбора была оснащена двойным набором якорных цепей (150 кг) на 10 см поводцах, верхняя подбора была оснащена 30 кухтылями. В качестве грузов-углубителей применена якорная цепь – по 50 кг. Кутцевая часть оснащена мелкочаеистой вставкой с ячейей 10 мм. Скорость траления изменялась в пределах 2,2–3,3 узлов в зависимости от ветра, волнения, течений, состояния грунтов и в среднем составляла 2,7 узла. Схема станций при проведении донной траловой съемки в 2014 г. приведена на рисунке 1.

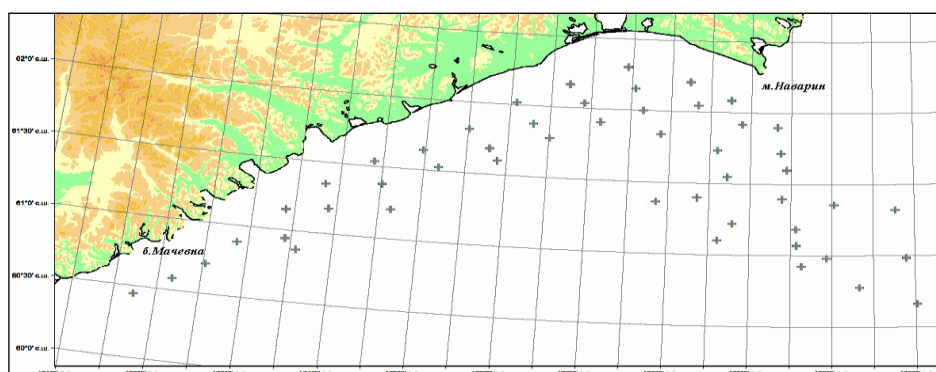


Рис. 1. Схема учетной донной траловой съемки, выполненной в ИЭЗ Западно-Берингоморской зоны в 2014 г.

Распределение промысловых самцов в указанные выше годы показано на рис. 2.

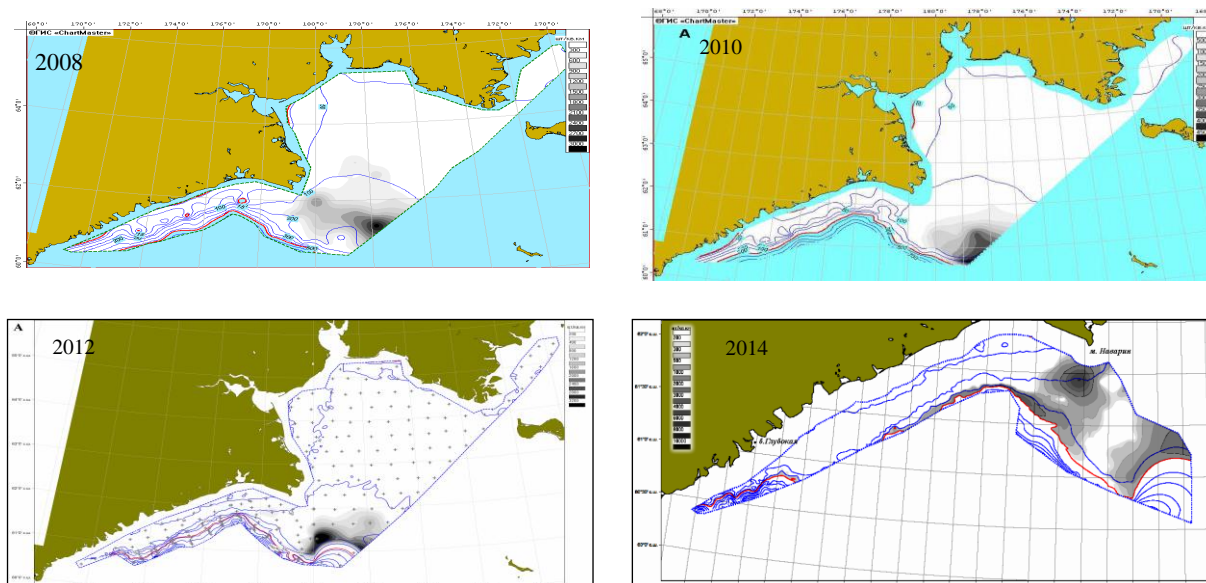


Рис. 2. Распределение промысловых самцов краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря по данным съемок 2008, 2010, 2012 и 2014 гг. Шкала – экз./км<sup>2</sup>

Сбор и обработка биологических материалов осуществлялись по стандартным гидробиологическим методикам, принятым в ТИНРО-Центре [3].

Расчет численности крабов и их запасов выполнялся с помощью компьютерной программы ГИС «КартМастер 4.1». Карты количественного распределения крабов, графики размерного состава и биологического состояния обработаны и выполнены на ПЭВМ с применением программ Statistica 8.0 и Microsoft Excel 8.0. Данные об объеме промыслового изъятия взяты из ИС «Рыболовство».

Выяснено, что в 2014 г. расположение промысловых скоплений по сравнению с прошлыми годами изменилось незначительно [4]. У стригуна опилио, как и ранее, почти 100% запаса находилось в наваринском районе [5]. Динамика промыслового запаса самцов краба-стригуна опилио в 2005–2014 гг. показана на рисунке 3.

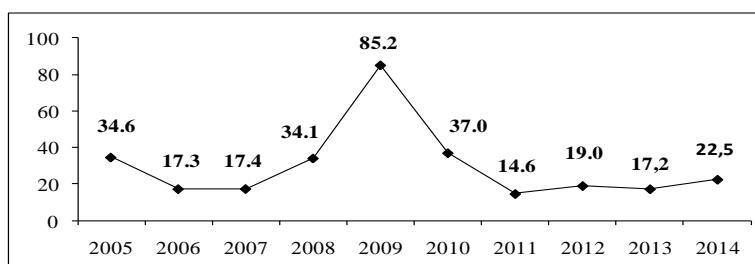


Рис. 3. Динамика промыслового запаса самцов стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря в 2005-2014 гг. По оси абсцисс – годы, по оси ординат – млн. экз.

В 2005 г. промысловый запас был оценен в 34,6 млн экз., в 2006–2007 гг. он снизился вдвое. После этого численность промысловых самцов увеличилась в 2008 г. до 34,1 млн экз., а в 2009 г. достигла пика – 85,2 млн экз. Увеличение запаса было связано с естественным пополнением промысловой части популяции многочисленными пререкрутами. В 2010 г. величина промыслового запаса снизилась до 37,0 млн экз., а в 2011 г. – до 14,6 млн экз. В 2012–2013 гг. численность промысловых самцов варьировала в пределах 19,0–17,2 млн экз., в 2014 г. она увеличилась до 22,5 млн экз. Уменьшение численности промысловых самцов в 2011–2013 гг. может быть связано, как с естественной смертностью, особенно особей старших возрастных групп, так и возможной миграцией крабов за границу разделительной линии РФ и США. Следует отметить, что в



2013 г. у пререкрутов I порядка было отмечено увеличение численности до 46,1 млн экз., в 2014 г. она уменьшилась до 28,7 млн экз. [6].

Размерное распределение самцов в 2014 г. было полимодальным. Размеры самцов варьировали от 25 до 127 мм. Средний размер промысловых самцов был равен  $107,4 \pm 0,2$  мм, непромысловых –  $67,0 \pm 0,6$  мм, общий средний размер –  $64,0 \pm 0,2$  мм. Доля самцов промыслового размера была минимальна – 4%. В целом доминировали молодые самцы с шириной карапакса менее 85 мм, их доля была оценена в 89,9%. Четко выделялся пик численности образованный самцами размером 60–75 мм, они составляли 43% от общей численности самцов.

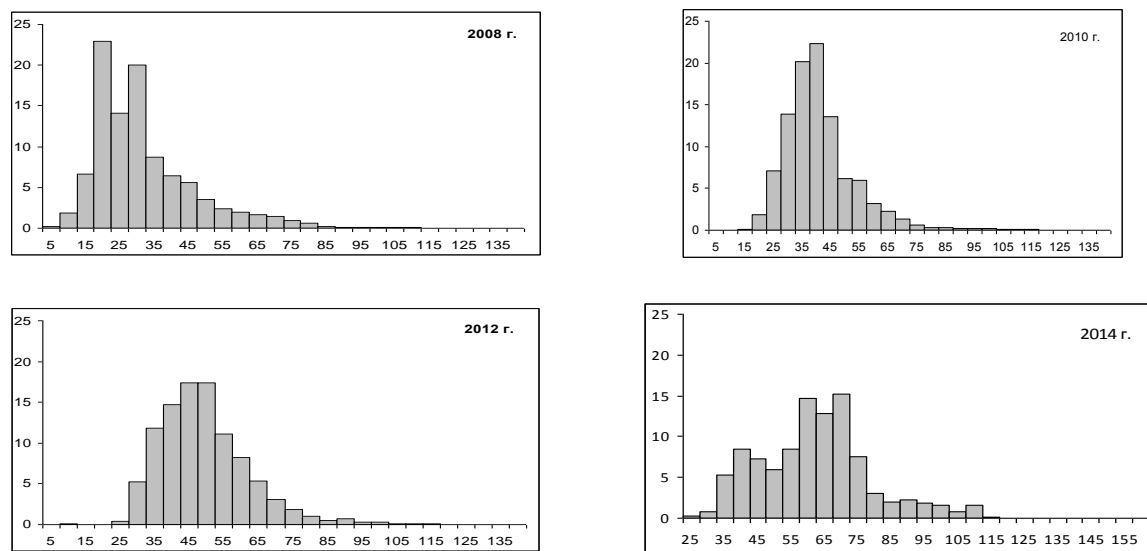


Рис. 4. Размерный состав самцов стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря в 2008, 2010, 2012 и 2014 гг., % (по данным траловых съемок). По шкале абсцисс – ширина карапакса, мм; по оси ординат – частота встречаемости, %

Анализ межгодовой динамики размерного состава самцов показал, что в последние годы значительных изменений не было (рисунок 4). В 2005 г. доля самцов промыслового размера была оценена в 6%, в 2008–2012 гг. их доля была минимальна – менее 1% (табл.). Незначительные изменения промысловой части популяции произошло по ряду причин – это и естественная смертность старших возрастных групп, и в какой-то степени влияние промысла.

Таблица

Соотношение размерных групп самцов краба-стригуна опилио в северо-западной части Берингова моря в 2008, 2010, 2012 и 2014 гг. (по данным траловых съемок), %

Год	Ширина карапакса, мм			
	Менее 85	85–99	100–120	120 и более
2008	99,3	0,4	0,3	0,0
2010	98,8	0,7	0,4	0,1
2012	97,8	1,6	0,6	0,0
2014	89,9	6,0	4,0	0,1

Данные съемок, выполненных в последние годы, показали, что средние размеры промысловых самцов менялись незначительно и варьировали от 107 до 109 мм.

Состояние популяции стригуна опилио можно считать удовлетворительным с тенденцией к увеличению промыслового запаса.

### Литература

1. Иванов Б.Г., Соколов В.И. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* (Crustacea, Decapoda *Brachyura Majidae*) в Охотском и Беринговом морях. – 1997. – Т. 6 (3/4). – С. 63–86.
2. Исупов В.В. Краб-стригун опилио. О дифференциации группировок в северо-западной части Берингова моря // Рыбн. хозяйство. – № 3. – 2003. – С. 39–41.
3. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей / Под рук. В.Е. Родин и др., Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), 1979. – 59 с.
4. Федотов П.А. Межгодовая динамика размерного состава краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*) в северо-западной части Берингова моря // Тез. докл. XIV межд. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». – Петропавловск-Камчатский, 2013. – С. 12–15.
5. Федотов П.А. Некоторые особенности биологии шельфовых и глубоководных видов крабов в Западно-Беринговоморской зоне // Тез. докл. IV межд. науч. конф. «Морские прибрежные экосистемы и продукты их переработки». – Южно-Сахалинск, 2011. – С. 24–26.
6. Федотов П.А. Летнее распределение и некоторые особенности биологии промысловых видов крабов северо-западной части Берингова моря // Тез. докл. IV Всерос. науч.-практ. конф. «Природные ресурсы их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский, 2013. – С. 221–225.

УДК 621.866-83

**Д.П. Ястребов, А.А. Марченко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: dyastrebov95@mail.ru*

### **РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ**

Электроприводы с частотным управлением получают распространение на судах рыбопромыслового флота. В условиях низкой энергоэффективности судовых электроприводов применение устройств с возможностью отдачи электроэнергии в судовую сеть является актуальной задачей.

Материал посвящен разработке электропривода грузоподъемного механизма, позволяющего использовать рекуперации без согласования напряжений электродвигателя в генераторном режиме и сети. Представлена функциональная схема, а также дано подробное ее описание. Обоснованы основные преимущества предлагаемого устройства перед существующими системами.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, мощность, режим противовключения, номинальный ток, преобразователь частоты, момент, коммутация, частота напряжения.

**D.P. Yastrebov, A.A. Marchenko**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: dyastrebov95@mail.ru*

### **DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT ELECTRIC DRIVES FOR LIFTING MECHANISMS**

Electric drives with frequency control are spreading on fishing fleet vessels. In terms of low energy efficiency of ship drives the use of devices which are capable to return energy to the ship network is an urgent task.

The article is devoted to the development of electric drive for the lifting mechanism which allows using recovery without the consent of the voltages of the electric motor in the generator mode and network. The functional diagram with detailed description was presented. The main advantages of suggested device were enumerated.

**Key words:** induction motor, power, opposition mode, rated current, frequency converter, time, switching, voltage frequency.

В настоящее время флот находится в неудовлетворительном техническом состоянии. По официальному прогнозу списания судов до 2017 г. планируется уменьшение судов вдвое. Рыбопромышленники не стремятся к замене действующего флота современными судами, так как зачастую не имеют для этого средств. Единственным решением проблемы является модернизация. В настоящее время большое распространение получили частотные электроприводы [1]. Это объясняется хорошими качествами регулирования скорости, высоким КПД системы и т.д.

Судно является автономной электростанцией, поэтому требования к качеству электрической энергии являются достаточно высокими.

Высокие требования к энергоэффективности такого объекта привели к появлению методов синхронизации генераторных агрегатов, к появлению быстродействующих систем автоматического регулирования напряжения и частоты. Правила Регистра РФ предъявляют серьезные требования к провалам напряжения на судне, которые возникают при включении мощных потребителей переменного тока. Такие провалы могут значительно ухудшить качество электрической энергии и привести к аварийному режиму всей электростанции и потребителей.

Наряду с плавным регулированием скорости частотно регулируемого электропривода данное устройство позволяет улучшить характеристики напряжения на электродвигателе даже в момент провала напряжения электростанции.

Наибольшее распространение получили приводы со звеном постоянного тока, такие устройства наиболее простые и надежные [2]. При переключении с высокой скорости на низкую электродвигатель переходит в режим рекуперативного торможения и отдает энергию в сеть, но так как выпрямитель не пропускает ток в обратном направлении, обратная энергия гасится на специальном разрядном сопротивлении. Данный способ является неэкономичным. Существуют электроприводы с отдачей энергии в сеть. Основная проблема в использовании таких устройств – это согласование отдаваемого сигнала с сигналом сети и сложность управления ключами.

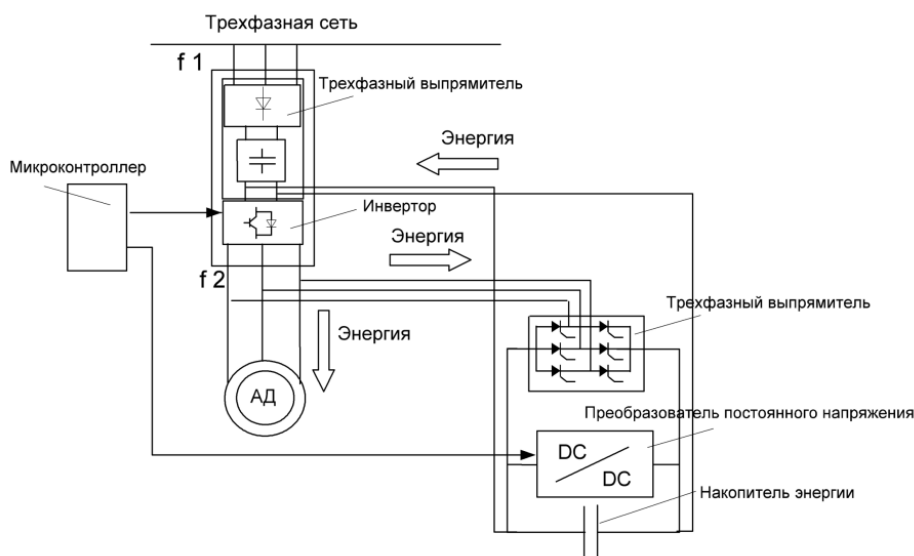
Электроприводы кранов используют рекуперативное торможение с отдачей электроэнергии в сеть, но в данном случае отдача энергии обусловлена не требованиями к энергоэффективности, а необходимостью при использовании простого в реализации вида торможения. До недавнего времени считалось, что сеть является почти бесконечной мощности по сравнению с мощностью электропривода крана и помехи просто теряются в ней, и ими можно пренебречь. Но с увеличением роста частотных электроприводов в разы такая проблема становится актуальной. Тем более если говорить о судне, которое является автономной электростанцией, сеть у которой имеет ограниченную мощность.

При грубой синхронизации генераторов получили распространение реакторы, которые являются реактивным сопротивлением, на которых гасятся уравнивающие токи. Применение данного способа невозможно, так как вся отдаваемая энергия будет выделена в тепло. Использование фильтров, способных пропускать сигнал только определенных частот, также малоэффективно, так как приведет к существенным потерям.

Решением данной проблемы является предлагаемое устройство. Известно, что проблема отдачи энергии в сеть решена в электровозах переменного тока, так как постоянный ток не создает помех при рекуперации. Мы применили комбинированную схему с постоянным и переменным током. Схема представлена на рисунке.

Схема работает следующим образом. На частотный преобразователь подается трехфазное напряжение с частотой 50 Гц. Далее при помощи управляемого инвертора и микроконтроллера происходит резкое понижение частоты. Электродвигатель переходит в режим рекуперативного торможения с отдачей электрической энергии в сеть. При помощи микроконтроллера и преобразователя постоянного напряжения поддерживается напряжение заряда конденсатора через трехфазный выпрямитель. В целях динамического нагружения машины при помощи изменения управляющего сигнала микроконтроллера на инвертор частота напряжения изменяется до но-

минального значения. После разгона электродвигателя данный цикл повторяется снова. Конденсатор разряжается на звено постоянного тока преобразователя частоты в момент разгона машины и подпитывает ее запасенной в момент рекуперации энергией. Тем самым осуществляет экономии электроэнергии.



Комбинированная схема с постоянным и переменным током:  
 АД – асинхронный двигатель, DC – преобразователь напряжения

Основными конкурентами предлагаемого устройства являются:

*Обычные контактно-релейные краны.* Эти устройства морально устарели, так имеют малый срок службы и не имеют возможности сглаживать провалы напряжения.

*Частотный электропривод с рекуперацией.* Недостатком данного устройства являются создаваемые им помехи в сети.

*Гидравлические электроприводы.* Устройства данного типа также не могут сглаживать провалы напряжения, что очень важно, но в то же время очень экономичные.

Предлагаемое устройство имеет существенные преимущества. Оно имеет широкую область применения, так как устройство может применяться как на судах, так и на берегу. Также имеет высокую перспективность. В условиях развивающегося частотного привода большинство механизмов на судах будут переводиться в ближайшем будущем на такое управление. Кроме того, устройство обладает высокой энергоэффективностью, которая достигается за счет рекуперации электроэнергии в сеть. Устройство имеет небольшую стоимость, так как применяется преобразователь со звеном постоянного тока, имеет невысокую стоимость по сравнению с преобразователями частоты с непосредственной коммутацией. Относительная простота объясняется проблемой использования электроприводов с отдачей энергии в сеть – это согласование отдаваемого сигнала с сигналом сети и сложность управления ключами.

Устройство найдет широкое применение как на судовых, так и береговых кранах, где применяются электроприводы. В настоящее время инженеры используют привода со звеном постоянного тока, которые при переключении с высокой скорости на низкую переходят в режим рекуперативного торможения и отдают энергию в сеть, но так как выпрямитель не пропускает ток в обратном направлении, обратная энергия сгорает на специальном разрядном сопротивлении.

## Литература

1. Марченко А.А., Портнягин Н.Н. Энергоэффективное нагружение асинхронных электродвигателей в процессе послеремонтных испытаний / А. А. Марченко, Н.Н. Портнягин // Вестник Государственного университета морского и речного флота адмирала С.О. Макарова. – СПб.: ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2014. – Вып. 6. – С. 76–84.

2. Марченко А.А. Испытания асинхронного электродвигателя под номинальным током в режиме противоторможения и понижения частоты напряжения / А.А. Марченко // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – Уфа, 2012. – Т. 10, № 6. – С. 25–32.

**Секция 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ  
В ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

УДК 664.951.022:004.353

**О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов**

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

**РАЗРАБОТКА ВИДЕОКОМПЬЮТЕРНОГО УСТРОЙСТВА  
ДЛЯ СОРТИРОВКИ РЫБЫ НА ОСНОВЕ МЕХАТРОНИКИ**

Показана актуальность разработки современной техники для сортировки соленой рыбопродукции. Предлагается сортировать соленую рыбу по ее удельному весу за счет измерения объема и веса тушек. Описывается разработка видеокomпьютерного устройства для сортировки рыбы на основе мехатроники. Измерение объема осуществляется лазерным триангуляционным локатором. Измерение веса тушек осуществляется тензометрическим блоком. Расчет удельного веса соленой рыбопродукции выполняет ЭВМ. Предлагается строить привод сортирующего механизма на основе шаговых двигателей.

**Ключевые слова:** рыба, мехатроника, сортировка, видеокамера, тензодатчик, шаговый двигатель.

**O.V. Ageev, Ju.A. Fatykhov**

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

**THE DEVELOPMENT OF VIDEOCOMPUTER DEVICE  
FOR FISH SORTING ON MECHATRONICS BASIS**

High priority of developing modern machinery for sorting salted fish products has been demonstrated. Fish sorting by its specific weight through measuring the volume and weight of fish body has been suggested. Development of videocomputer device for sorting out fish on the basis of mechatronics has been described. Volume measuring is performed by laser triangulation locator. Body weight measurement is done by load cell. Specific weight calculation of salted fish is performed by computer. The construction of the drive for sorting mechanism on the basis of stepper motor is suggested.

**Key words:** fish, mechatronics, sorting out, video camera, load cell, stepper motor.

При производстве соленой деликатесной продукции предъявляются повышенные требования к ее качеству. Важнейшим показателем качества соленой рыбы является среднemasовая концентрация соли в ее тканях (соленость). В соответствии с международными стандартами, разброс концентрации соли от заданного значения не должен превышать  $\pm 0,5\%$ . Вместе с тем на соленость готовой продукции влияют вид и жирность рыбы, размер тушек, концентрация тузлука, продолжительность посола, интенсивность циркуляции тузлука. В настоящее время изготовление соленой деликатесной продукции выполняется преимущественно методом прерванного посола в циркулирующем тузлуке. При этом в условиях рыбopерерабатывающих производств величина разброса солености рыбы составляет от 1,5 до 3%. Это вызвано неравномерностью просаливания, слеживаемостью рыбы в посольных емкостях, отсутствием средств контроля па-

раметров посола, колебаниями концентрации тузлука, разбросом морфометрических параметров сырья. Поскольку активный контроль солености рыбы в процессе ее посола в настоящее время затруднен из-за отсутствия надежных датчиков и значительного количества возмущающих факторов, требуется сортировка готовой продукции по концентрации соли в тканях. Это обусловлено необходимостью направления соленой рыбы на доработку в случае несоответствия показателя качества продукции требованиям стандарта.

Основной проблемой при отбраковке готовой деликатесной продукции является точное определение солености каждой тушки. Применение методов разрушающего контроля концентрации соли в тканях рыбы (например, титрование) исключается в связи с требованиями сохранности продукта и поточности производства. В связи с этим требуется применение быстродействующего метода для неразрушающего контроля солености готовой продукции.

Основным параметром, позволяющим измерить концентрацию соли в тканях рыбы, является удельный вес тушки. В процессе посола удельный вес тушек увеличивается за счет диффузии соли в ткани рыбы. При этом концентрация соли в тушках возрастает, в то время как концентрация тузлука снижается. Таким образом, контроль качества готовой продукции по такому показателю как соленость может быть достигнут сортировкой рыбы по удельному весу.

Для определения удельного веса тушки требуется измерение ее объема и веса. Для отслеживания изменения удельного веса рыбы в процессе посола требуется измерение удельного веса нескольких экземпляров до обработки. Так как удельный вес необработанного одновидового сырья в пределах одной партии практически одинаков, этот параметр используется в качестве начального значения.

В отрасли известно устройство для сортировки рыбы, включающее конвейер, содержащий две ленты, установленные под острым углом одна к другой, а также блок считывания, выполненный в виде телекамеры с полупрозрачным экраном и цветными светофильтрами. Сортирующие механизмы выполнены в виде оси, расположенной перпендикулярно к конвейеру, и сужающейся вниз пластины, установленной на оси с возможностью поворота и регулирования щели между лентами конвейера. Блок анализа и управления соединен с блоком считывания и сортирующими механизмами. Устройство осуществляет сортировку рыбы по размерным фракциям за счет формирования видеоизображения тушек в блоке считывания, распознавания образа рыбы в блоке анализа и управления, получения информации о геометрической форме и размерах тушек, а также об их окраске и оттенках кожного покрова.

Недостатком устройства являются получение плоского видеоизображения тушки рыбы, что не позволяет измерить ее объем. Применение в сортирующих механизмах сужающихся вниз пластин, входящих в щель между лентами конвейера, ограничивает максимальные размеры обрабатываемой рыбы шириной пластин и упругостью лент. Кроме того, соприкосновение пластин с лентами конвейера приводит к рывкам в движении рыбы, что вносит определенную погрешность при получении видеоизображения рыбы. В устройстве отсутствует приспособление для контроля прохождения тушки в поле зрения видеокамеры, что обуславливает необходимость постоянного опроса видеокамеры блоком анализа и управления. В устройстве отсутствует приспособление для измерения веса тушек, что не позволяет рассчитывать удельный вес продукта и выполнять сортировку по солености.

Как показывает проведенный анализ [1], устройство для сортировки целесообразно строить на основе мехатроники. Мехатроника исследует синергетическое объединение механических устройств с электронными, электротехническими и вычислительными компонентами с целью проектирования и производства качественно новых модулей, систем, машин и комплексов машин с интеллектуальным управлением их функциональными движениями. Такой подход является универсальным и применяется в построении машин с качественно новыми характеристиками.

Предлагаемое устройство решает задачу сортировки рыбы по ее солености на основе определения удельного веса тушки рыбы. Это достигается за счет оснащения устройства датчиком веса и лазерным источником излучения. Блок анализа и управления программируется на вычисление объема тушки, ее удельного веса, а также формирования команды соответствующему сортирующему механизму на отвод тушки с конвейера в заданном направлении.

Для достижения необходимого технического результата в устройстве для сортировки рыбы, блок считывания оснащен лазерным источником излучения, расположенным над конвейерной лентой и проецирующим на нее лазерную линию, ориентированную перпендикулярно направле-

нию движения рыбы. Под конвейерной лентой расположен датчик веса, связанный с блоком анализа и управления, который запрограммирован на последовательное вычисление объема тела рыбы и удельного веса рыбы. Сортирующие механизмы выполнены в виде направляющих заслонок, связанных с шаговыми двигателями, и установлены оппозитно по обеим сторонам конвейера с возможностью поочередного поворота в горизонтальной плоскости над конвейерной лентой для отвода тушки с конвейера в заданном направлении.

В основе принципа работы лазерного триангуляционного измерителя лежит метод определения расстояния между лоцируемым объектом контроля и приемником излучения канала регистрации с использованием тригонометрических соотношений в треугольнике, образованном ветвями каналов подсвета и регистрации изображения, а также расстоянием между ними – базой [2].

Триангуляционный метод измерения формы тела рыбы использует способность сканирующего лазерного луча распространяться в хорошо коллимированной форме на значительное расстояние. В лазерном источнике развертка лазерного луча в линию осуществляется вращающимся зеркалом. Лазерный луч освещает точку на поверхности рыбы, расстояние до которой от лазерного источника необходимо измерить. Отраженное от исследуемой точки излучение попадает в видеодатчик, выполненный в виде видеокамеры, которая установлена на некотором расстоянии от лазерного луча. При этом лазерный источник, точка на поверхности рыбы и видеодатчик образуют треугольник.

Объектив видеокамеры фокусирует отраженный свет на фоточувствительной матрице. Положение яркого пятна на матрице определяется направлением входящего луча, соответствующим углу между лазерным лучом и отраженным светом. За счет этого вычисляется расстояние от лазерного источника до облучаемой точки на поверхности рыбы.

Поскольку обеспечивается развертка лазерного луча вращающимся зеркалом, тушка рыбы освещается лазерной линией, причем на фоточувствительной матрице видеокамеры формируется двумерное изображение светового профиля тела рыбы. Развертка сканирующего излучения по третьей координате вдоль тела рыбы является механической, так как тушка рыбы перемещается конвейером, и пересекает лазерную линию. За счет этого осуществляется формирование трехмерного образа тела рыбы по последовательности световых профилей [2].

Наличие блока анализа и управления, выполненного в виде микроЭВМ, позволяет рассчитать методом триангуляции размеры тела рыбы по видеоизображению светового профиля тушки, сформировать трехмерный образ рыбы, рассчитать объем тела рыбы, вычислить удельный вес рыбы по объему и весу тушки, а также сформировать управляющие команды для шаговых двигателей. Программа микроЭВМ позволяет на основании информации об удельном весе рыбы осуществлять автоматическую сортировку тушек на три фракции, которые соответствуют качественному продукту, а также изделиям с недостаточной и повышенной соленостью [3].

Режим работы направляющих заслонок характеризуется как режим поворота или порционирования вала шаговых двигателей. Таким образом, цель состоит в обеспечении строгой пропорциональности между суммарным углом поворота и числом поданных импульсов, то есть в исключении накапливаемой ошибки. При этом закон движения во времени и фазовая траектория движения произвольны. Внутри интервала движения не устанавливается определенного соответствия между мгновенным положением исполнительного вала и номером или моментом подачи каждого управляющего импульса. Динамическая ошибка лимитируется только условиями сохранения устойчивости движения. Подобным требованиям отвечает разомкнутый электропривод на основе шагового двигателя [4].

Разомкнутый шаговый электропривод непосредственно реагирует на импульсные команды, причем информационная характеристика сигнала определяется только частотой и числом импульсных посылок. Изменения в определенных пределах амплитуды и формы импульса не нарушают нормальной работы. Скорость вращения и суммарный угол поворота вала двигателя пропорциональны соответственно частоте и числу поданных импульсов. При отсутствии сигнала коммутация фаз прекращается, поле в рабочем зазоре двигателя останавливается, а шаговый двигатель развивает значительный статический момент (синхронизирующий момент). Это позволяет приводу фиксировать конечные координаты любых перемещений. Таким образом, дискретный разомкнутый привод с шаговым двигателем является синхронно-импульсным следящим приводом, сочетающим в себе возможности глубокого частотного регулирования скорости с возможностями числового задания пути и надежной фиксации конечных координат.

В качестве измерителя веса используется быстродействующий тензометрический датчик на основе тензорезистора. При измерении веса рыбы измеряемой механической величиной является сила, которая воздействует на упругий элемент тензометрического датчика, вызывая его деформацию в пределах диапазона измерений, пропорциональную силе [5].

На рис. 1 представлена схема предлагаемого устройства для сортировки рыбы. На рис. 2 представлена схема предлагаемого устройства для сортировки рыбы без ленты конвейера.

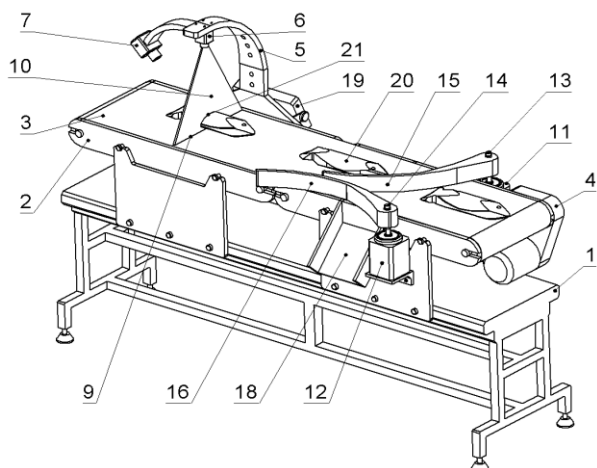


Рис. 1. Схема видеокомпьютерного устройства для сортировки рыбы

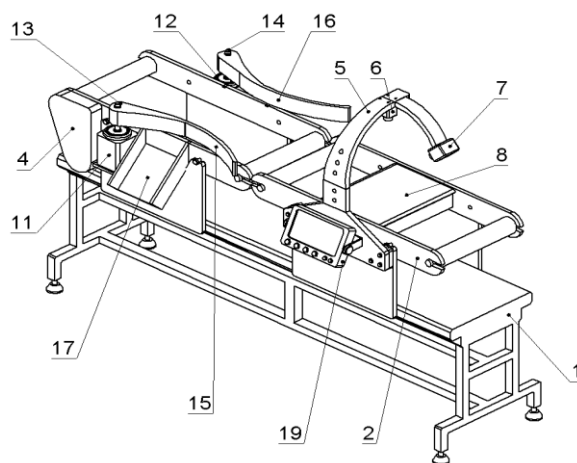


Рис. 2. Схема видеокомпьютерного устройства для сортировки рыбы без ленты конвейера

На схемах приняты следующие обозначения: 1 – опорная стойка; 2 – конвейер; 3 – лента; 4 – привод; 5 – кронштейн; 6 – лазерный источник излучения; 7 – видеокамера; 8 – датчик веса; 9 – лазерная линия; 10 – плоскость лазерного излучения; 11, 12 – шаговый двигатель; 13, 14 – вал шагового двигателя; 15, 16 – направляющая заслонка; 17, 18 – лоток отвода рыбы; 19 – блок анализа и управления; 20 – тушка рыбы; 21 – световой профиль тушки.

В предлагаемом техническом решении повышение точности и производительности сортировки рыбы по удельному весу, автоматизация операции сортировки осуществляется за счет получения трехмерного образа рыбы, формируемого из видеоизображения светового профиля тушки. Световой профиль тушек образуется лазерной линией, проецируемой на поверхность тела рыбы лазерным источником излучения. По мере перемещения тушки через лазерную линию световой профиль рыбы изменяется, поскольку размеры тела рыбы в различных секущих плоскостях различаются. Последовательность световых профилей тушки, записанных видеокамерой через определенные промежутки времени, формируют трехмерный образ рыбы. На основе трехмерного образа рыбы вычисляется объем ее тела. Датчик веса позволяет измерить вес тушки, что в совокупности с вычисленным объемом тела позволяет рассчитать удельный вес рыбы, в зависимости от которого выполняется автоматическая сортировка продукции. Применение шаговых двигателей с закрепленными на их валах направляющими заслонками позволяет существенно повысить производительность устройства и автоматизировать сортировку рыбы по удельному весу.

Разработка видеокомпьютерного устройства создает реальную основу для повышения качества готовой продукции и производительности оборудования. Вместе с тем предлагаемое изделие может использоваться для сортировки улова по размерам, видам и весовым характеристикам.

### Литература

1. Фатыхов Ю.А. Мехатроника в рыбозаделочном оборудовании: Монография / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – 279 с.
2. Фатыхов Ю.А. Разработка средств лазерной локации для мехатронного оборудования пищевых производств / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев // Электронный научный журнал Института холода и биотехнологий. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]. – СПб.: НИУ ИТМО. – 2013. – № 1 (март). – Шифр: Эл № ФС77-33458. – Режим доступа: <http://processes.open-mechanics.com/articles/706.pdf>



3. Агеев О.В. Разработка видеокomпьютерного модуля для мехатронного комплекса первичной обработки рыбы / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2014. – № 34. – С. 113–126.

4. Фатыхов Ю.А. Перспективы применения цифрового электропривода в мехатронном разделочно-филетировочном оборудовании / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2012. – № 27. – С. 11–19.

5. Фатыхов Ю.А. Разработка весоконтрольного модуля для мехатронного комплекса порционирования пищевых продуктов / Ю.А. Фатыхов, О.В. Агеев // Электронный научный журнал Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]. – СПб.: НИУ ИТМО. – 2014. – № 3 (21). – Шифр: Эл № ФС77–55245. – Режим доступа: <http://processes.ihbt.ifmo.ru/file/article/10460.pdf>.

УДК [639.2:33](571.66)

**А.В. Андруцкий**

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

## **ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ РАЗВИТИЯ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ КАМЧАТКИ**

Рассмотрены показатели устойчивого развития рыбного хозяйства Камчатского края, дана оценка работы рыбохозяйственного комплекса и его экономической устойчивости в настоящее время.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, рыбная промышленность, экономическое развитие, водные биоресурсы, Дальний Восток.

**A.V. Andrutskiy**

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

## **EVALUATION OF THE MAIN COMPONENT OF THE DEVELOPMENT OF FISH INDUSTRY IN KAMCHATKA**

Indicators of sustainable development of fisheries in Kamchatka were analyzed. The work of fishery industry and its present economic stability was assessed.

**Key words:** sustainable development, the fishing industry, economic development, aquatic resources, the Far East.

В современной политической и экономической ситуации вопрос об устойчивом развитии различных отраслей нашей страны встает наиболее остро. Каждый регион должен максимально продуктивно использовать свой уникальный потенциал. В Камчатском крае рыбная промышленность исторически являлась и является основной отраслью в силу географического положения этого региона. Дальневосточный бассейн обладает значительными запасами водных биоресурсов, и данное обстоятельство необходимо использовать максимально эффективно, то есть,

прежде всего, обеспечить устойчивое развитие рыбной отрасли. Это значит, что промышленный пресс должен регулироваться таким образом, чтобы поддерживался баланс между выловом и воспроизводством водных биоресурсов, иными словами, эти ресурсы не должны истощаться. При этом должна быть достигнута и экономическая эффективность, есть все предпосылки для полноценного импортозамещения, к тому же российские объекты промысла имеют естественное происхождение, а не выращены в садках, в отличие от значительной части импортной продукции, что по известным причинам является серьезным конкурентным преимуществом.

Для оценки экономической устойчивости рыбохозяйственного комплекса Камчатки необходимо проанализировать ряд важнейших показателей его работы [1, 2]. На рисунке 1 представлена динамика количества занятых в этой отрасли за последние несколько лет. Количество занятых в рыболовстве и обрабатывающих производствах непостоянно, при уменьшении средней численности работников рыболовства происходит увеличение средней численности работников обрабатывающих производств. Однако видно, что общая численность занятых в рыбной промышленности уверенно идет вниз. Это является тревожным сигналом, ведь динамика численности работников, в данном случае нисходящая, в значительной степени отражает состояние отрасли.

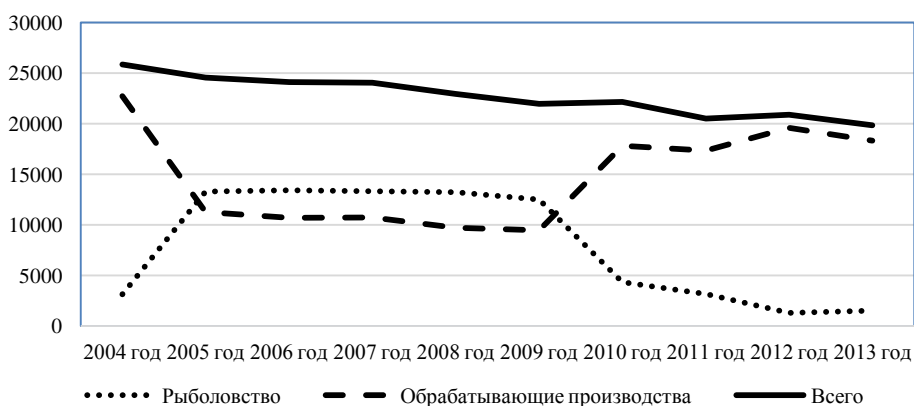


Рис. 1. Среднегодовая среднесписочная численность работников организаций рыбной промышленности Камчатки, чел.

Следующим показателем устойчивого развития является количество действующих организаций рыбной отрасли Камчатки, динамика изменения которых отражена на рис. 2.

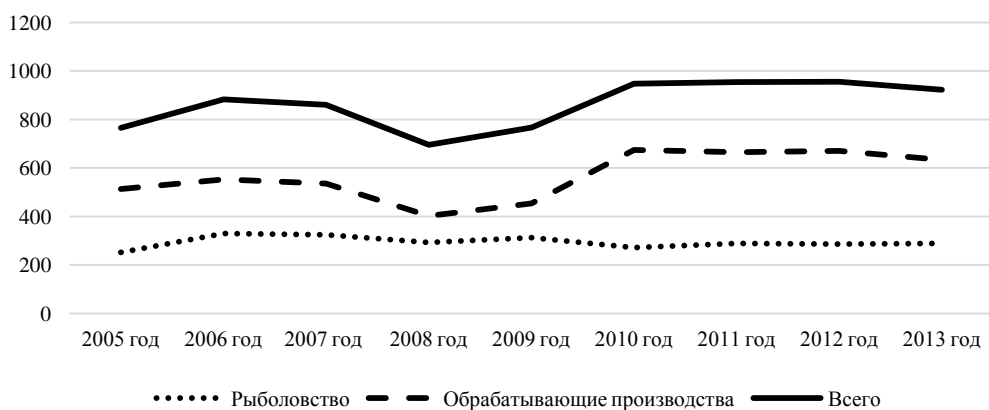


Рис. 2. Число действующих организаций Камчатского края в области рыбной промышленности

За рассматриваемый период 2005–2013 гг. количество организаций остается относительно стабильным, за исключением кризиса 2008 г. Однако уменьшение количества занятых в рыбной промышленности при сохранении количества организаций указывает на уменьшение числа работников в самих организациях, в связи с этим можно предположить, что в скором времени последует сокращение их количества.

На рис. 3 показано изменение среднемесячной заработной платы работников рыбохозяйственного комплекса Камчатки, для объективности данных которой был учтен уровень инфляции в России. С учетом инфляции среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников как в сфере рыболовства, так и обрабатывающих производств имеет тенденцию к стабильному росту. Данный факт можно объяснить улучшением социально-экономической ситуации в целом.

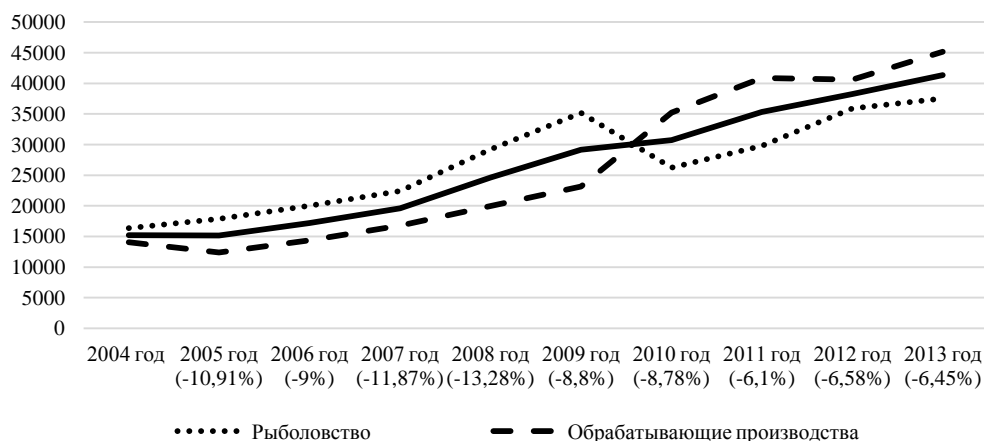


Рис. 3. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб.

Изменение индекса производства отрасли также характеризует ее устойчивое развитие. Этот показатель всегда сравнивается с предыдущим годом (рис. 4).

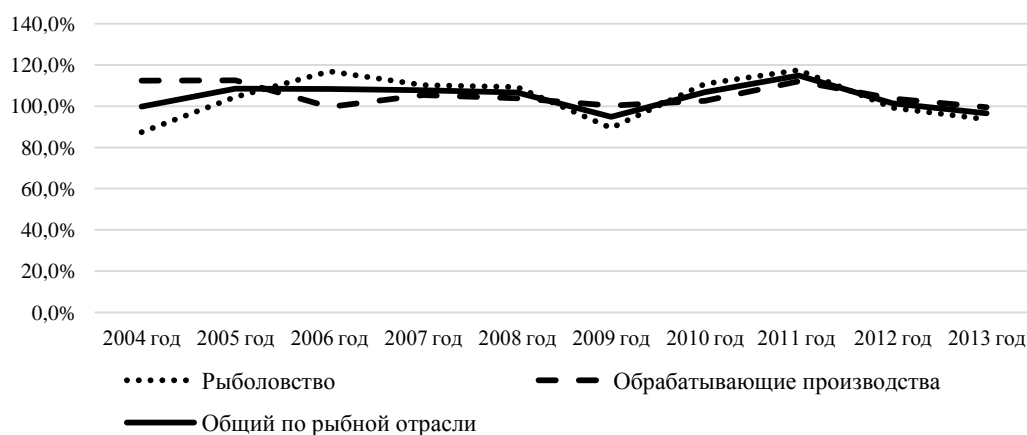


Рис. 4. Индексы производства  
(в процентах к предыдущему году)

В общем, по рыбной отрасли данный индекс практически всегда равен или превышает 100%, что говорит о росте производства от года к году. Однако в последний год наблюдается замедление роста производства, первый раз за три года оно уменьшилось к предыдущему периоду, что может быть связано как с достижением в последние 2 года некоего предела роста для текущего момента развития промышленности, так и с уменьшением количества занятых в отрасли.

Изменения одного из важнейших экономических показателей работы рыбохозяйственного комплекса – сальдированного финансового результата рыбной отрасли Камчатки (прибыль минус убыток) представлено на рисунке 5. Как следует из рисунка, в кризис 2008 г. финансовый результат отрасли ушел в область отрицательных значений. Далее последовал рост, который достиг своего пика в 2012 г., позже опять пошел резкий спад.

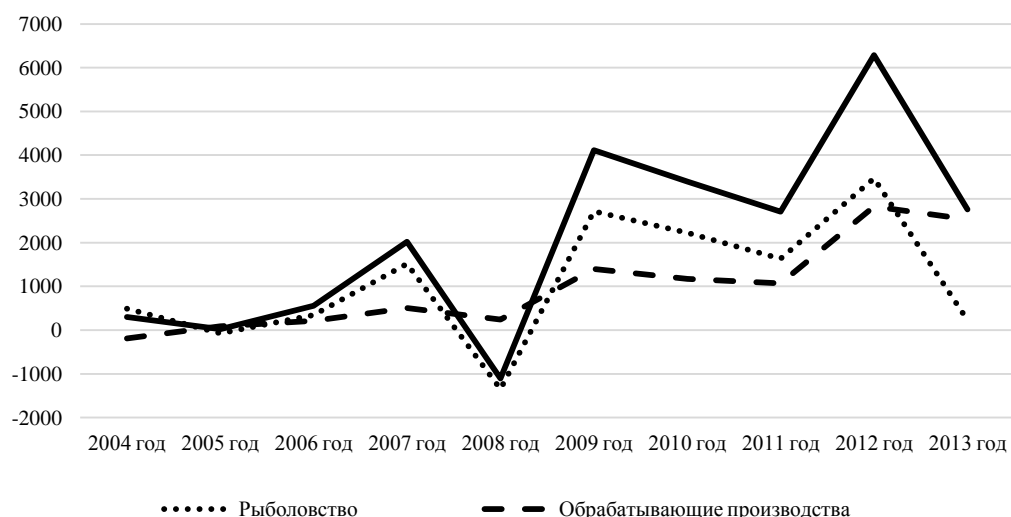


Рис. 5. Сальдированный финансовый результат рыбной отрасли Камчатки (прибыль минус убыток), млн. рублей

Отметим, что финансовые результаты обрабатывающих производств остаются наиболее стабильными. Однако в целом по отрасли данный показатель неустойчив, непостоянен, из года в год резко колеблется, что свидетельствует о существовании проблем в рыбной отрасли Камчатки и о тенденции ее неустойчивого экономического развития на данный момент.

Таким образом, можно заключить, что кризис 2008 г. серьезно затронул рыбохозяйственный комплекс. Прослеживается спад ряда показателей, которые позже восстановились и даже превзошли докризисные значения. Однако в настоящее время нельзя говорить об экономической устойчивости отрасли. Численность занятых постоянно уменьшается, а следовательно, уменьшается и размер самой отрасли, также нестабильны финансовые результаты, что обуславливает экономическую неустойчивость промышленности. Но можно отметить и положительные моменты. Современную экономическую, а также политическую ситуацию необходимо грамотно использовать для развития рыбной промышленности. Дальневосточный бассейн обладает богатейшими запасами лососевых, что дает возможность активно проводить политику импортозамещения. Рассматривая вопрос доставки биоресурсов в центральные регионы страны, следует пересмотреть имеющуюся систему ветеринарного контроля, которая является одним из основных препятствий своевременной доставки рыбной продукции, а также серьезно увеличивает издержки предприятий.

### Литература

1. Рыболовство, переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов в Камчатском крае. Статистический сборник / М.В. Завадская, Г.Ф. Дворка, О.М. Зайкова, Н.Г. Курина. – Петропавловск-Камчатский: Министерство рыбного хозяйства Камчатского края, 2010. – 40 с.
2. Рыболовство, переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов в Камчатском крае. Статистический сборник / М.В. Завадская, Г.Ф. Дворка, О.М. Зайкова, Н.Г. Курина. – Петропавловск-Камчатский: Министерство рыбного хозяйства Камчатского края, 2014. – 51 с.

УДК 664.858

**К.М. Афанасьева, А.А. Фарафонова**

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

## **ХАРАКТЕРИСТИКА АССОРТИМЕНТА МАРМЕЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ И НАПРАВЛЕНИЯ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА**

Приведена характеристика ассортимента мармелада. Рассмотрены структурообразователи и вкусо-ароматические добавки, используемые при производстве мармелада. Охарактеризованы особенности производства продукции. Приведены литературные данные по рецептурам мармелада. Представлены характеристики некоторых растительных сырьевых источников для обогащения продукции.

**Ключевые слова:** мармелад, лесные ягоды, жимолость, голубика, брусника, клюква, вороника, малина, морошка, княженика, рябина, дерена, толокнянка.

**K.M. Afanas'eva, A.A. Farafonova**

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

## **CHARACTERISTIC ASSORTMENT OF FRUIT JELLY PRODUCTS AND EXTENDING THE RANGE**

The characteristic range of jelly was described. The builders and flavor additives used in production of marmalade were analyzed. The features of the articles production were characterized. The literature data on marmalade products recipe were given. The characteristics of some vegetable raw material sources for the enrichment of product were presented.

**Key words:** candy, wild berries, honeysuckle, blueberry, bilberry, cranberry, veronica, raspberry, cloudberries, kniagina, rowan, derain, bearberry.

Мармелад – кондитерское изделие желеобразной структуры, приятного кисло-сладкого вкуса, упругой консистенции, получаемое путем уваривания в вакуум-аппаратах хорошо протертого фруктово-ягодного пюре или раствора студнеобразующих веществ с сахаром и патокой.

Версий происхождения этого продукта несколько.

Возможно, что античные греки сгущали на солнце соки или измельченные в пюре вареные фрукты, однако это еще не было мармеладом [1]. По некоторым данным, мармелад считается поздней европейской разновидностью рахат-лукума, где меньше сладости и больше фруктов. Название мармелада произошло от португальского слова «айва», так как первый мармелад в Европе варили из айвового сока. В Англии мармеладом называют апельсиновый джем [2].

Также считается, что мармелад изобрели французы в XVIII в. Изначально его готовили из айвы и яблок. Однако существуют сведения, что в Европе о существовании этого лакомства знали еще в XIV в.. Некоторые исследователи считают прообразом мармелада одну из восточных сладостей – рахат-лукум, о существовании которого известно уже не одно тысячелетие. Ранее в его состав входили розовая вода, крахмал, мед и другие составляющие [3].

Известно, что до похода крестоносцев на Восток сахара в Европе не было, и варенья также. Сахар появился намного позже. Это был американский тростниковый сахар. Только после его популяризации в Европе стали появляться различные кондитерские изделия, в том числе и мармелад [3].

Изначально мармелад носил название «твердое варенье». Французские кондитеры заметили, что при уваривании абрикоса, яблок или айвы получается застывшая, твердая масса. В настоящее время известно, что это происходит благодаря пектину, полезные свойства которого были описаны уже в наше время. Тогда же французы выделили данные фрукты в качестве основы.

Определили, что яблоки, айва и абрикос содержат пектин, полезные качества которого открыли не так давно. Именно эти фрукты французские кондитеры взяли за основу мармелада, добавляя к ним понемногу другие плоды или соки из них. Когда в XIX в. стало возможно получать пектин искусственным путем, то объемы производства этой сладости заметно выросли [3, 4].

Мармелад называют самой полезной сладостью. Мармелад является низкокалорийной сладостью (калорийность около 300 ккал на 100 г), не содержит жир, обладает диетическими достоинствами. Учитывая, что рекомендуемая суточная доза сахара 50–60 г, гораздо полезнее замесить этот объем сахара 4–5 дольками мармелада. Диетологи также рекомендуют заменять мармеладом и сухофруктами мучные и сахаристые кондитерские изделия [5].

Ассортимент мармеладных изделий на российском рынке разнообразен: мармелад желеобразный формовой, дольки фруктовые, мармелад трехслойный, мармелад жевательный, мармелад в шоколаде, мармелад фигурный [6].

По способу формирования мармелад подразделяют на пластовой, формовой, резной. В зависимости от использованного сырья – фруктово-ягодный, желеобразный и фруктово-желеобразный мармелад [7].

Основой для фруктово-ягодного мармелада является яблочное пюре, получаемое обычно из зимних сортов яблок. Чтобы разнообразить вкус, к яблочному пюре добавляют клюквенное, рябиновое или другое ягодное или фруктово-ягодное пюре. В состав желеобразного мармелада обязательно входят желирующие компоненты – пектин, агар или желатин [7].

Расширение ассортимента мармеладных изделий в основном направлено на получение мармелада различной формы, повышение пищевой и биологической ценности, обогащение витаминами, аминокислотами, минеральными веществами; на разработку лечебно-профилактических продуктов и продуктов для детского питания, а также на снижение сахаросодержания изделий.

Для приготовления мармеладных изделий чаще всего используют фруктово-ягодное сырье. С целью повышения пищевой и биологической ценности кондитерских изделий целесообразно применять лесные ягоды. Лесные ягоды обладают полноценным спектром минералов, витаминов и других полезных компонентов (природные пищевые волокна, пектины, биофлавоноиды, органические кислоты и т.д.). Перед садовыми ягодами лесные имеют одно важное преимущество – они превосходят их по вкусовым качествам, аромат у «диких» плодов выражен сильнее. К сожалению, размер лесных ягод меньше, чем у искусственно выведенных, и сбор урожая занимает больше времени [8].

На Камчатке наиболее распространенными «дикими» ягодами являются жимолость, голубика, брусника, клюква, малина, морошка, княженика, рябина [9].

*Жимолость синяя (Lonicera caerulea)* – плоды богаты витаминами С (до 80 мг%), Р (до 1400 мг%), а также А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и Р-активными соединениями, макроэлементами (калием, магнием, фосфором, кальцием) и микроэлементами (железом, медью, марганцем, кремнием, йодом) [9, 10].

*Голубика болотная (Vaccinium uliginosum)* – имеет сладкие, темно-фиолетовые ягоды, которые являются богатым источником антиоксидантов. По этой причине голубику называют одним из доступных для человека «суперпродуктов», который может служить защитой нашего организма от появления раковых клеток. Голубика богата витаминами и минеральными веществами (табл. 1) [9, 12].

Таблица 1

Химический состав ягод голубики [11]

Вещества	Содержание, г в 100 г	Витамин	Содержание, мг в 100 г	Макроэлемент	Содержание, мг в 100 г
Вода	87,7	Витамин Е	1,4	Калий	51
Углеводы	6,6	Витамин С	20	Кальций	16
Пищевые волокна	2,5	Витамин В <sub>1</sub>	0,01	Магний	7
Липиды	0,5	Витамин В <sub>2</sub>	0,02	Натрий	6
Белки	1,0	Витамин РР	0,3	Фосфор	8
Зола	0,3	–	–	–	–

*Голубика вулканическая (Vaccinium vulcanorum)* – имеет округленные зеленовато-голубые ягоды, которые содержат около 8% полезных сахаров (фруктозы, глюкозы и сахарозы), а также достаточный объем органических кислот (лимонной, яблочной, уксусной и пр.). Богата пектинами, клетчаткой и микроэлементами, витаминами группы В, витамином С. Одним из главных преимуществ этой ягоды является наличие в ней антоциана – растительного пигмента, выступающего в роли активного антиоксиданта [9, 13].

*Брусника (Vaccinium vitis-idaea)* – самая распространенная на Камчатке ягода. Ягоды брусники имеют в своем составе огромное количество полезных для человека организма веществ (табл. 2) [9, 11].

Таблица 2

Химический состав ягод брусники [11]

Вещества	Содержание, г в 100 г	Витамин	Содержание, мг в 100 г	Макроэлемент	Содержание, мг в 100 г
Вода	86	Витамин А	0,08	Калий	90
Углеводы	8,2	Витамин Е	1,0	Кальций	25
Пищевые волокна	2,5	Витамин С	15	Магний	7
Липиды	0,5	Витамин В <sub>1</sub>	0,01	Натрий	7
Белки	0,7	Витамин В <sub>2</sub>	0,02	Фосфор	16
Зола	0,2	Витамин РР	0,2	–	–

Ягоды брусники богаты углеводами, около 15% от них составляют глюкоза, сахароза, фруктоза. В них содержатся дубильные вещества, пектины, органические кислоты (яблочная, салициловая, лимонная и др.). Бензойная кислота, содержащаяся в бруснике, способствует длительному хранению ягод [9, 14].

*Клюква (Oxycoccus palustris)* – ягоды содержат сахара (3–6%), пектины, органические кислоты (хинную, бензойную, лимонную и т.д.), дубильные и азотистые вещества, витамины, макро- и микроэлементы, фитонциды, биофлавоноиды [9, 15]. Химический состав ягод клюквы представлен в таблице 3.

Таблица 3

Химический состав ягод клюквы [11]

Вещества	Содержание, г в 100 г	Витамин	Содержание, мг в 100 г	Макроэлемент	Содержание, мг в 100 г
Вода	88,9	Витамин Е	1,0	Калий	119
Углеводы	3,7	Витамин С	15	Кальций	14
Пищевые волокна	3,3	Витамин В <sub>1</sub>	0,02	Магний	15
Липиды	0,2	Витамин В <sub>2</sub>	0,02	Натрий	1
Белки	0,5	Витамин В <sub>6</sub>	0,08	Фосфор	11
Зола	0,3	Витамин В <sub>9</sub>	0,001	–	–
–	–	Витамин РР	0,2	–	–

*Малина сахалинская (Rubus sachalinensis)* – ягоды содержат салициловую кислоту, в состав малины входят антитоксичные вещества, которые нейтрализуют патогенную флору кишечника, действие токсинов и ядов [9]. Благодаря наличию меди и своим антидепрессивным свойствам малина рекомендуется людям, подверженным нервному перенапряжению, переутомлению [9, 16]. Химический состав ягод малины приведен в таблице 4.

Таблица 4

Химический состав ягод малины [11]

Вещества	Содержание, г в 100 г	Витамин	Содержание, мг в 100 г	Макроэлемент	Содержание, мг в 100 г
Вода	84,7	Витамин Е	0,6	Калий	224
Углеводы	8,3	Витамин А	0,017	Кальций	40
Пищевые волокна	3,7	Витамин С	25	Магний	22
Липиды	0,5	Витамин В <sub>1</sub>	0,02	Натрий	10
Белки	0,8	Витамин В <sub>2</sub>	0,05	Сера	16
Зола	0,5	Витамин В <sub>5</sub>	0,2	Фосфор	37
–	–	Витамин В <sub>6</sub>	0,07	Хлор	21
–	–	Витамин В <sub>9</sub>	0,006	–	–
–	–	Витамин В <sub>12</sub>	0,002	–	–
–	–	Витамин РР	0,2	–	–

*Морошка (Rubus chamaemorus)* – ягоды морошки содержат сахара, белки, клетчатку, дубильные и пектиновые вещества, органические кислоты (лимонную, яблочную). Сладкие плоды богаты витаминами, минеральными веществами [9, 17, 18]. Химический состав ягод малины приведен в таблице 5.

Таблица 5

Химический состав ягод морошки [11]

Вещества	Содержание, г в 100 г	Витамин	Содержание, мг в 100 г	Макроэлемент	Содержание, мг в 100 г
Вода	85	Витамин Е	0,5	Калий	275
Углеводы	7,7	Витамин А	0,017	Кальций	36
Пищевые волокна	3,4	Витамин С	25	Магний	17
Липиды	0,2	Витамин В <sub>1</sub>	0,01	Натрий	21
Белки	0,6	Витамин В <sub>2</sub>	0,03	Фосфор	33
Зола	0,6	Витамин В <sub>5</sub>	0,06	–	–
–	–	Витамин В <sub>6</sub>	0,14	–	–
–	–	Витамин В <sub>9</sub>	0,003	–	–
–	–	Витамин Н	0,0025	–	–
–	–	Витамин РР	0,2	–	–

*Рябина бузинолистная (Sorbus sambucifolia)* – ягоды широко применяются в пищевой промышленности. Ягоды рябины содержат яблочную, лимонную, винную и янтарную кислоты, дубильные и пектиновые вещества, сорбозу, глюкозу, фруктозу, сахарозу, сорбит, сорбиновую кислоту, аминокислоты, эфирные масла, соли калия, кальция, магния, натрия, железа, марганца, меди. Богаты плоды рябины витамином С и каротином. В семенах ягод содержится до 20% жирных масел [9, 20]. Химический состав рябины представлен в таблице 6.

Таблица 6

Химический состав ягод рябины [11]

Вещества	Содержание, г в 100 г	Витамин	Содержание, мг в 100 г	Макроэлемент	Содержание, мг в 100 г
Вода	81,1	Витамин Е	1,4	Калий	230
Углеводы	8,9	Витамин А	0,75	Кальций	42
Пищевые волокна	5,4	Витамин С	70	Магний	33
Липиды	0,2	Витамин В <sub>1</sub>	0,05	Фосфор	17
Белки	1,4	Витамин В <sub>2</sub>	0,02	–	–
Зола	0,8	Витамин РР	0,5	–	–

В связи с ростом «пищевой грамотности» потребители предъявляют все более высокие требования к пищевым продуктам, особенно с позиций их «натуральности» и полезности. В связи с этим разработка новых рецептур мармеладных изделий с целью расширения их ассортимента и удовлетворения потребительского спроса, является актуальным направлением технологии. Современные тенденции в производстве кондитерских изделий направлены на использование определенных видов сырья и вспомогательных материалов, которые бы обеспечивали достижение прогнозируемой пищевой ценности готовой продукции. Применение лесных ягод, которыми богата Камчатка, позволит расширить ассортимент мармеладных изделий, повысить пищевую и биологическую ценность готовых продуктов.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку новых рецептур и технологических режимов приготовления мармелада с дикорастущими ягодами Камчатки.

### Литература

1. Сокольский И. Мармеладная история // Наука и жизнь. – 2013. – № 10. – С. 59–60.
2. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://kedem.ru/history/20080709-desert>. – Дата обращения 02.02.2015. – 19:42.
3. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://povarusha.ru/kulinar/1824-iz-istorii-zevira.html>. – Дата обращения 02.02.2015. – 19:50.
4. Электронный ресурс. – Режим доступа: [http://pastila.umi.ru/allnews/istoriya\\_poyavleniya\\_marmelada](http://pastila.umi.ru/allnews/istoriya_poyavleniya_marmelada). – Дата обращения 02.02.2015. – 20:34.



5. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://chtoestchto.ru/katalog-produktov/produkty-pitaniya/konditerskie-izdeliya/marmelad-2>. – Дата обращения 02.02.2015. – 20:40.
6. Мармелад. Технические условия. ГОСТ 6442. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 14 с.
7. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://agro-molmash.ru/tehnologii/tehnologiya-proizvodstva-marmelada-zhele/syire-dlya-proizvodstva-marmelada>. – Дата обращения 03.02.2015. – 18:25.
8. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru>. – Дата обращения 03.02.2015. – 18:40.
9. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.visitkamchatka.ru/nature/flora/plants.php>. – Дата обращения 03.02.2015. – 19:50.
10. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.greeninfo.ru/fruits/Lonicera.html>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:04.
11. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
12. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.nazdor.ru/topics/food/products/current/464311/> – Дата обращения 03.02.2015. – 20:10.
13. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/golubika>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:15.
14. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/brusnika>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:22.
15. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/klyukva>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:26.
16. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/malina>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:45.
17. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/moroshka>. – Дата обращения 03.02.2015. – 20:53.
18. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.greeninfo.ru/wild\\_growing/rubus\\_chamaemorus.html](http://www.greeninfo.ru/wild_growing/rubus_chamaemorus.html). – Дата обращения 03.02.2015. – 21:00.
19. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://mir-yagod.ru/knyazhenika>. – Дата обращения 03.02.2015. – 21:30.
20. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.greeninfo.ru/decor\\_trees/sorbus\\_sambucifolia.html](http://www.greeninfo.ru/decor_trees/sorbus_sambucifolia.html). – Дата обращения 03.02.2015. – 21:43.

УДК [664.955:639.222.2]:581.6

**М.В. Благодирова, В.Ю. Руденко**

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

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕСЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И КАЧЕСТВО ИКРЫ СЕЛЬДИ ТИХООКЕАНСКОЙ ЯСТЫЧНОЙ**

В статье дается характеристика растительного сырья, перспективного при производстве икры сельди с растительными добавками, приводятся результаты исследования влияния внесения растительного сырья на органолептические и физико-химические показатели качества икры сельди тихоокеанской ястычной.

**Ключевые слова:** растительное сырье, икра сельди, водоудерживающая способность.

**M.V. Blagonravova, V.U. Rudenko**

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

**RESEARCH OF PLANT RAW MATERIALS INTRODUCTION INFLUENCE  
ON ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS AND QUALITY  
OF PACIFIC HERRING CHEAP OVARY CAVIAR**

Description of plant raw materials which is perspective in production of herring caviar with vegetable additions is given in the article. The results on research of plant raw materials introduction influence on physical and chemical quality indexes of Pacific herring caviar.

**Key words:** plant raw materials, herring caviar, water-retaining ability.

В настоящее время при производстве соленой рыбной продукции важное место уделяется разработке и внедрению экологически чистых, ресурсосберегающих, экономически выгодных технологий, удовлетворяющих в максимальной степени потребности человека в необходимых для его жизнедеятельности веществах. Развитие производства соленой рыбной продукции направлено на расширение ассортимента пресервов за счет внесения различных вкусовых и ароматических добавок, увеличивающих сроки хранения готового продукта [1].

Пресервы из икры сельди – деликатесный продукт, пользующийся постоянным спросом потребителей. Технологическое использование икры сельди тихоокеанской в производстве соленой продукции обусловлено наличием в тканях активных комплексов протеолитических ферментов и достаточно большого количества липидов. Эти факторы, при правильном проведении технологического процесса, обеспечивают биохимическое созревание полуфабриката и придание продукту соответствующего вкуса, аромата и консистенции, благодаря чему он может быть использован в пищу без какой-либо дополнительной кулинарной обработки. Но наличие высокого содержания липидов в тканях сельди приводит к быстрому окислению и, следовательно, к сокращению сроков хранения готовых пресервов, поэтому необходимо вносить добавки с компонентами, обладающими антиокислительными свойствами.

На Камчатке произрастает большое количество дикорастущего и садового растительного сырья, которое обладает антиокислительными свойствами и может использоваться в качестве компонентов для пресервов. Внесение таких компонентов в пресервы, вероятно, увеличит сроки хранения готового продукта. В этой связи разработка технологии производства икры сельди тихоокеанской ястычной с использованием растительного сырья, обладающего антиокислительными свойствами, является актуальным направлением исследования в технологии посола рыбы.

Целью исследований является разработка технологии икры сельди тихоокеанской ястычной с использованием растительных компонентов, обладающих антиокислительными свойствами.

Из дикорастущих растений на территории Камчатского края в значительных количествах произрастает *черемша дальневосточная (Allium ochotense)*, или охотский лук. Другое ее название – медвежий лук. Произрастает в каменноберезовых лесах в западных, центральных, восточных и южных районах Камчатки, по восточному побережью – до Уки. Запасы по ареалу произрастания большие. Невысокое растение 10–20 см высотой с двумя широкими продолговатоланцетными сочными листьями с чесночным запахом. Цветки белые или желтоватые, собраны в шаровидный зонтик. Луковица узкая, около 1,5 см в диаметре. Черемша размножается вегетативно. Всходы семян появляются одними из первых ранней весной сразу после схода снега, но лишь на 2-й год после посева. В апреле дают 2 листа, в июне рост прекращается. К осени образуется шильца листьев. Лишь на 3-й год растения ветвятся, и на 4-й год зацветают. Растет черемша среди кустарников, в березняке, на прогалинах [2].

В черемше содержится витамина С в 10–15 раз больше, чем в плодах лимона или апельсина, до 730 мг%, каротина – 4%, белков – 2,4%, углеводов – 6,5%, также присутствуют сапонины, эфирные масла, органические кислоты, большое количество фитонцидов. В пищу черемшу употребляют в свежем, соленом и квашеном виде. В народной медицине этот лук применяют при лихорадке, ревматизме, кашле, для лечения цинги, атеросклероза, заболеваний щитовидной

железы. Он оказывает тонизирующее, пептолитическое и слабое мочегонное действие. В пищу употребляют стебель, листья и луковичу растения. Листья черемши обычно собирают весной, до цветения. На вкус листья черемши напоминают зелень чеснока и лука, они богаты витамином С. Собранную траву используют в свежем виде как пряность в салаты, супы, овощи, как начинку для пирогов. Траву квасят, солят и маринуют; в сушеном состоянии черемша теряет часть своих ценных качеств. На Кавказе преимущественно черемшу используют в горячих блюдах, а сырые луковички, которые собирают также до цветения, едят с хлебом и солью. В Германии с черемшой также пекут хлеб (нем. *Bärlauchbrot*) и пироги (нем. *Bärlauchkuchen*), используют в горячих блюдах, добавляют вместо базилика в особенный вид песто (нем. *Bärlauchpesto*).

Черемша повышает аппетит, увеличивает секрецию пищеварительных желез, усиливает моторную функцию кишечника. Растение обладает бактерицидным, фунгицидным и противогрибковым действием. Черемша – лекарственное растение, известное еще древним германцам, кельтам и римлянам. При археологических исследованиях в поселениях эпохи неолита в предгорьях Альп нередко находили следы черемши, что предполагает ее использование еще 5000 лет назад. Черемша обладает противоглистным и антимикробным действием (благодаря высокому содержанию фитонцидов). Рекомендуется употреблять ее при цинге и атеросклерозе, в народной медицине употребляется тысячелетиями, в том числе при лихорадке, как противоглистное и антимикробное средство, при различных кишечных инфекционных заболеваниях. В Древнем Риме и в средневековье черемша считалась хорошим средством для очищения желудка и крови. В старинных медицинских трактатах черемша упоминается как надежное предохранительное средство во время эпидемий чумы, холеры и других заразных болезней. Настоем из черемши лечатся при лихорадке, кашле, бронхите, ревматизме и радикулите. Его можно принимать внутрь, натирать или делать примочки. С древних времен медвежий лук был известен как противосклеротическое средство, способное «поддерживать мужество». Черемша препятствует накоплению холестерина в крови, стимулирует сердечную деятельность, снижает кровяное давление и способствует нормализации обмена веществ [3].

*Смородина* – кустарник высотой до 2 м. Многочисленные ветви усыпаны множеством круглых ягод. Плоды многосемянные, цвет зависит от вида. Самыми распространенными являются черная, красная и белая смородина. Растение встречается по всей Европе. Широко культивируется в садоводстве. Дикие растения по своим качествам не уступают культурным. Растет смородина в природе по берегам рек, озер, возле болот, между кустарниками и в сырых лесах. В южных областях растение часто встречается в горах. Растение разводили на Руси в монастырских садах еще в XI в. Сведения о ее лекарственных свойствах встречаются в лечебниках и травниках XV–XVI столетий. В 1701 г. при переписи она была зарегистрирована во многих садах России. Заготавливают ягоды в период их полной зрелости и листья (их собирают после созревания ягод). Из них готовят чай, настои и отвары (из расчета 2–3 столовые ложки сухого сырья на 500 мл кипятка); пьют по 1/2–1 стакану 3–5 раз в день при простудных заболеваниях, подагре, ревматизме, болезнях мочевого пузыря, камнях в почках и мочевом пузыре, туберкулезе легких, болезнях кожи, витаминной недостаточности, при онкологических заболеваниях.

В ягодах смородины содержатся сахара, органические кислоты, минеральные соли, пектины, аскорбиновая кислота. В красной смородине также содержатся дубильные и красящие вещества. Витамин С в ягодах черной смородины содержится 100–300 мг/100 г, в красной – 25–50 мг/100 г, в белой – 4,5 мг/100 г, Р-активных веществ – 1000–1200 мг/100 г, 350–400 мг/100 г и 450–500 мг/100 г соответственно. Красная смородина богата кумаринами, черная – витаминами В<sub>9</sub>, К<sub>1</sub>, каротином, фолиевой кислотой, тиамином, рибофлавином, а-токоферолом, никотиновой кислотой, калием и железом, азотистыми веществами.

В народной медицине свежие и сухие ягоды рекомендуют при желудочно-кишечных заболеваниях (язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, гастритах с пониженной кислотностью и др.), при нарушении ритма сердечной деятельности. Высушенные листья активны в отношении дизентерийной палочки и могут применяться в качестве вспомогательного средства, повышающего активность антибиотиков. Листья смородины применяют также в составе витаминных сборов с листьями малины, брусники и плодов шиповника. Черная смородина используется для лечения и профилактики цинги и в комплексе лечебных мероприятий при различных заболеваниях, связанных с кровоточивостью. Листья смородины используют как пряность при засолке овощей и грибов. Молодые листья применяют для приготовления диетических сахарос-

нижающих салатов и ароматизации кваса, сухие листья – для заварки чая, добавляют в соусы. Ягоды имеют кисло-сладкий вкус и особый аромат. Чрезвычайно ценны по обилию в ягодах витамина С. Их употребляют в свежем и переработанном виде. Из ягод готовят кисели, сиропы, соки, настойки, вина, ликеры, варенье, желе, пастилу, начинки для конфет.

Смородина красная – маленький листопадный кустарник семейства Крыжовниковые (*Grossulariaceae*). В таблицах 1, 2, 3 приведено содержание пищевых веществ на 100 г съедобной части красной смородины [2].

Таблица 1

**Пищевая и энергетическая ценность красной смородины**

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Белки	0,6 г	Ненасыщенные жирные кислоты	0,1 г
Жиры	0,2 г	Насыщенные жирные кислоты	0,1 г
Углеводы	7,7 г	Моно- и дисахариды	7,7 г
Пищевые волокна	3,4 г	Минеральные вещества	0,6 г
Органические кислоты	2,5 г	Энергетическая ценность	43 ккал
Вода	85 г	–	–

Естественная область распространения красной смородины находится в лесной зоне по всей Евразии, где произрастает в диком виде. Встречается на лесных опушках, предпочитает берега рек или ручьев, образует заросли. В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке произрастает смородина малоцветковая (*R. pauciflorum Turcz.*) – кустарник высотой до 1,5 м, с пушистыми желтовато-серыми побегам. Листья 5–8-лопастные, диаметром 5–8 см, тусклые. Цветки колокольчатые или бокальчатые, желтоватые, собраны в 2–8-цветковые, длиной до 3 см, кисти. Ягоды крупные, диаметром до 1,3 см, очень ароматные и сладкие, обладают высокими вкусовыми качествами. Цветет в мае – июне, ягоды созревают в июле. Растет одиночно или небольшими зарослями в горных и пойменных и лиственных лесах, по опушкам, сильно разрастается на гарях. Дает обильную корневую поросль [2].

Таблица 2

**Содержание макро- и микроэлементов в красной смородине**

Макроэлемент	Содержание	Макроэлемент	Содержание
Кальций	36 мг	Калий	275 мг
Магний	17 мг	Фосфор	33 мг
Натрий	21 мг	Железо (микроэлемент)	0,9 мг

Таблица 3

**Содержание витаминов в красной смородине**

Витамин	Содержание	Витамин	Содержание
Витамин РР	0,2 мг	Витамин В <sub>6</sub> (пиридоксин)	0,1 мг
β-каротин	0,2 мг	Витамин В <sub>9</sub> (фолиевая кислота)	3 мкг
Витамин А (РЭ)	33 мкг	Витамин С	25 мг
Витамин В <sub>1</sub> (тиамин)	0,01 мг	Витамин Е (ТЭ)	0,5 мг
Витамин В <sub>2</sub> (рибофлавин)	0,03 мг	Витамин Н (биотин)	2,5 мкг
Витамин В <sub>5</sub> (пантотеновая)	0,06 мг	Витамин РР (ниациновый эквивалент)	0,3 мг

*Брусника обыкновенная (Rhodococcum vitis-idaea)* – небольшой многолетний кустарник семейства Вересковые высотой 15–25 см с ползучим корневищем и прямостоячими ветвистыми стеблями. Произрастает по всей Камчатке, включая северные районы. Цветет брусника в конце весны – начале лета. Плод – ярко-красная, блестящая, шаровидная, горьковатая на вкус ягода, до 8 мм в диаметре. Созревает в августе – сентябре [2, 3, 4, 5].

Лесные ягоды богаты витаминами, ценными питательными веществами, микроэлементами. Дополняя пищевой ассортимент, они оказывают положительное действие на функционирование жизненно важных систем организма. В ягодах брусники имеется ряд биологически важных ве-

ществ – сахара, органические кислоты, витамины, дубильные вещества. В таблице 4 приведен химический состав ягод брусники. Основную часть сырого веса в процентном отношении составляет вода, которой содержится в ягодах брусники от 83 до 85%. В сухом веществе ягод первое место занимают углеводы, второе – кислоты. Другие вещества содержатся в незначительных количествах. Из сахаров в бруснике найдены глюкоза, фруктоза, сахароза с преобладанием первых двух. Сахароза может совсем отсутствовать. Общее количество сахаров в ягодах брусники увеличивается по мере их созревания почти в 10 раз.

Таблица 4

Химический состав ягод брусники

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

Ягоды брусники содержат в среднем 1,8% сырой клетчатки. Это объясняется тем, что ягоды обычно анализируют вместе с семенами, которые богаты этим веществом. При влажности семян 5,97% в них содержится 38,56% клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ. В созревших ягодах брусники содержится 0,8–1,0% пектиновых веществ (0,56–0,86 растворимого пектина и 0,17–0,24% протопектина). С созреванием ягод в них отмечается увеличение количества растворимого пектина. Содержание протопектина увеличивается незначительно, причем определенной закономерности изменения этого показателя не было обнаружено. Содержание арбутина в процессе созревания ягод уменьшается в 3–4 раза (от 1,10–1,61% в зеленых ягодах до 0,29–0,38% в спелых). Аналогично изменяется и содержание дубильных веществ (0,9–1,5% в зеленых ягодах и 0,4–0,6% в созревших). В перезревших ягодах наблюдается некоторое увеличение количества дубильных веществ.

В ягодах брусники Дальнего Востока найдено 2,49% свободных кислот и 0,06% летучих кислот, перегоняющихся с водяным паром. Из органических кислот в ягодах брусники содержатся лимонная, яблочная, винная, салициловая, борная и бензойная. Лабораторным анализом полностью созревших ягод обнаружено 1,3% лимонной кислоты и 0,3% яблочной кислоты на сырую массу. Винной кислоты найдено 56 мг в 100 см<sup>3</sup> брусничного сока.

Бензойная кислота представляет собой антисептик, сдерживающий процесс брожения в брусничном соке. Количественными анализами содержания бензойной кислоты в ягодах брусники, проводившимися рядом зарубежных и отечественных исследователей, установлено, что содержание ее в брусничном соке составляет 0,067–0,086%, в спелых ягодах 0,05–0,20%. Существенное влияние на количество бензойной кислоты в бруснике оказывают особенности условий произрастания, погодные условия вегетационного периода и ряд других факторов. Бензойная кислота в бруснике находится не только в свободном, но и в связанном состоянии – в виде глюкозида вакцининина, расщепляющегося на глюкозу и бензойную кислоту. Этот факт, впервые опубликованный в 1910 г., привлек интерес исследователей. В дальнейшем было установлено, что количество свободной бензойной кислоты в ягодах колеблется от 0,054 до 0,144%, а количество вакцининина – от 0,0342 до 0,1244%. В отличие от бензойной кислоты в свободном состоянии вакцининин не обладает антисептическими свойствами.

Оценивая полезные свойства дикорастущих ягод, необходимо заметить, что они не исчерпываются наличием абсолютных количеств тех или иных биологически активных веществ. Ценность их возрастает во много раз благодаря тому, что присутствующие в ягодах вещества образуют биохимические комплексы, действующие в одном взаимоусиливающем направлении. Из биологически активных веществ брусники наибольший интерес представляет группа полифенольных или Р-активных соединений (антоцианы, лейкоантоцианы, катехины), многие из которых обладают Р-витаминной активностью. Кроме полифенолов в ягодах брусники найдены в

небольших количествах витамины группы В – 0,03 мг%, Е – 1,0 мг%, провитамин А (каротин) – 0,05–0,10 мг%. В составе ягод брусники имеется небольшое количество минеральных веществ (0,26–0,35% сырой массы): магний, кальций, железо, калий, натрий, фосфор, марганец, кремний. Обнаружены также барий, стронций, свинец, цинк, хром, молибден и ряд других элементов. Как видно, помимо ряда ценных нутриентов и балластных веществ в плодах брусники содержится также вещество, обладающее консервирующими свойствами – бензойная кислота.

С целью исследования влияния антиокислительных свойств растительного сырья на качество ястычной икры из сельди с растительными добавками проводились исследования органолептических и физико-химических показателей пресервов из соленой ястычной икры сельди тихоокеанской с добавлением измельченных плодов красной смородины, брусники, а также черемши. Плоды смородины и брусники содержат аскорбиновую кислоту, обладающую статическим, фунгицидным действием по отношению к плесневым грибам и бактериям, а также проявляющую ингибирующие, антиокислительные свойства, в особенности в отношении липидов рыбы. Также ягоды смородины содержат токоферолы, являющиеся природными антиокислителями жиров и предотвращающие образование перекисей. Известно, что действие токоферолов значительно усиливается при их применении совместно с другими антиокислителями, в данном случае совместно с аскорбиновой кислотой. Кроме того ягоды красной смородины облепихи очень ароматные, имеют приятный кисло-сладкий вкус [6, 7, 8]. Можно предположить, что их использование при производстве ястычной икры из сельди позволит получить продукт с приятным вкусом и выраженными антиокислительными свойствами. Немаловажным обстоятельством является то, что в качестве антиокислителя, в данном случае предполагается использовать исключительно натуральное сырье.

С целью изучения влияния внесенных компонентов на органолептические показатели икры из сельди проведена органолептическая оценка образцов с растительными добавками методом балльных шкал. Результаты приведены в табл. 5, 6, 7.

Пресервы из ястычной икры сельди с добавлением красной смородины характеризуется приятным внешним видом (табл. 5). Результаты органолептической оценки говорят о том, что этот образец обладает приятным вкусом, свойственным данному виду продукции с выраженным привкусом смородины, без посторонних запахов и привкусов. Вкус и запах растительной добавки достаточно гармоничный, выражен умеренно. Средний балл за органолептическую оценку образца с красной смородиной составляет 4,6.

Таблица 5

**Результаты органолептической оценки качества пресервов  
«Икра сельди ястычная соленая с добавлением красной смородины»**

Комплексные показатели	Единичные показатели	Словесная характеристика качества	Баллы
Внешний вид	Общее впечатление	Привлекательный внешний вид	5
	Механические повреждения	Отсутствуют	5
	Целостность ястыков	Целые	5
	Наличие загрязнений, сгустков крови	Ястыки чистые, без сгустков крови	5
	Состояние заливки	Прозрачная, с вкраплениями измельченных ягод смородины	5
Запах	Степень свойственности	Запах, свойственный созревшим пресервам, выражен ярко без запаха сырости	5
	Степень проявления запаха растительной добавки	Гармоничный, выражен умеренно	5
Вкус	Общее впечатление	Достаточно приятный	4
	Гармоничность	Достаточно гармоничный	4
	Степень свойственности	Вкус, свойственный созревшей соленой икре, выражен ярко	4
	Степень проявления вкуса растительных компонентов	Ощущается вкус смородины	4
	Привкус окислившегося жира	Отсутствует	5
Консистенция	Упругость	Достаточно упругая	4
	Сочность	Достаточно сочная	4

Пресервы «Икра сельди ястычная соленая с добавлением брусники» характеризуется приятным внешним видом (табл. 6). Внесение брусники позволяет получить привлекательную красноватую окраску пресервов. Результаты органолептической оценки говорят о том, что этот образец пресервов обладает вкусом, свойственным данному виду продукции с выраженным привкусом компонентов заливки, общий балл составляет 4,5.

Таблица 6

**Результаты органолептической оценки качества пресервов  
«Икра сельди ястычная соленая с добавлением брусники»**

Комплексные показатели	Единичные показатели	Словесная характеристика качества	Баллы
Внешний вид	Общее впечатление	Привлекательный внешний вид	5
	Механические повреждения	Отсутствуют	5
	Целостность ястыков	Целые	5
	Наличие загрязнений, сгустков крови	Ястыки чистые, без сгустков крови	5
	Состояние заливки	Прозрачная, с вкраплениями измельченных ягод брусники	5
Запах	Степень свойственности	Запах, свойственный созревшим пресервам, выражен ярко без запаха сырости	5
	Степень проявления запаха растительной добавки	Достаточно гармоничный, выражен умеренно	4
Вкус	Общее впечатление	Достаточно приятный	4
	Гармоничность	Достаточно гармоничный	4
	Степень свойственности	Вкус, свойственный созревшей соленой икре, выражен ярко	4
	Степень проявления вкуса растительных компонентов	Ощущается вкус брусники	4
	Привкус окислившегося жира	Отсутствует	5
Консистенция	Упругость	Достаточно упругая	4
	Сочность	Достаточно сочная	4

Пресервы «Икра сельди ястычная соленая с добавлением черемши» характеризуется приятным внешним видом (табл. 7). Результаты органолептической оценки говорят о том, что этот образец пресервов обладает наиболее приятным, гармоничным вкусом, свойственным данному виду продукции, с выраженным привкусом черемши, общий балл самый высокий из рассмотренных образцов и составляет 4,7.

Таблица 7

**Результаты органолептической оценки качества пресервов  
«Икра сельди ястычная соленая с добавлением брусники»**

Комплексные показатели	Единичные показатели	Словесная характеристика качества	Баллы
Внешний вид	Общее впечатление	Привлекательный внешний вид	5
	Механические повреждения	Отсутствуют	5
	Целостность ястыков	Целые	5
	Наличие загрязнений, сгустков крови	Ястыки чистые, без сгустков крови	5
	Состояние заливки	Прозрачная, с вкраплениями измельченных ягод брусники	5
Запах	Степень свойственности	Запах, свойственный созревшим пресервам, выражен ярко без запаха сырости	5
	Степень проявления запаха растительной добавки	Достаточно гармоничный, выражен умеренно	4
Вкус	Общее впечатление	Приятный	5
	Гармоничность	Гармоничный	5
	Степень свойственности	Вкус, свойственный созревшей соленой икре, выражен ярко	4

Комплексные показатели	Единичные показатели	Словесная характеристика качества	Баллы
Вкус	Степень проявления вкуса растительных компонентов	Ощущается вкус черемши	5
	Привкус окислившегося жира	Отсутствует	5
Консистенция	Упругость	Достаточно упругая	4
	Сочность	Достаточно сочная	4

Результаты изучения влияния внесения растительного сырья на водоудерживающие свойства икры ястычной с растительными добавками после двух недель хранения приведены в таблице 8. Из результатов исследований можно сделать вывод о том, что образец с добавлением красной смородины обладает наибольшей водоудерживающей способностью, чем все остальные и, следовательно, в нем лучше сохраняются нативные свойства белков. Очевидно, это связано с консервирующими свойствами смородины. Надо отметить, что ВУС всех образцов с растительными добавками значительно превосходят ВУС контрольного образца (без растительных добавок). Вероятно, внесение растительных добавок позволит сохранить качество пресервов высоким в течение всего срока хранения с использованием только натурального растительного сырья. Для подтверждения этого вывода необходимо провести дополнительные исследования.

Таблица 8

**Водоудерживающая способность (ВУС) ястычной икры сельди тихоокеанской с растительными добавками, %**

Растительная добавка	ВУС, %
Нет (контроль)	29,5
Смородина красная	64,8
Брусника	60,9
Черемша	43,8

### Литература

1. Богданов В.Д., Благоданова М.В., Салтанова Н.С. Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых: Монография. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2007. – 235 с.
2. Сметанин А.С., Богоявленский В.Ф. Примечательные растения из природной флоры Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во ГУП ИПК Дальпресс, 2000. – 212 с.
3. Якубов В.В., Чернягина О.А. Дикорастущие хозяйственно полезные растения Камчатки // Труды Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН – Вып. 1. – Петропавловск-Камчатский, 2000. – С. 259–279.
4. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. – М.: ГУГК, 1980. – С. 294.
5. Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). – М.: Аввалон, 2002. – 710 с.
6. Крашенинников С. П. Описание земли Камчатки: В 2 т. – СПб: Наука; Петропавловск-Камчатский: Камчат, 1994. – Т. 1. – 438 с.
7. Кислухина О.В. Витаминные комплексы из растительного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 308 с.
8. Литвищ С.Ю., Ливеровский Ю.А. Почвенно-ботанические исследования и проблема сельского хозяйства в Центральной части долины реки Камчатки. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – 220 с.



УДК 664.66.022.39:582.232

**М.В. Ефимова, А.А. Ефимов, О.Н. Толоконникова, А.П. Зенина**

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

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОФИЛЬНЫХ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Приведен анализ литературных данных о направлениях обогащения хлебобулочных изделий. Представлена краткая характеристика химического состава синезеленых водорослей как добавки в хлебобулочные изделия. Показаны результаты разработки рецептуры сдобных изделий с синезелеными водорослями на основе органолептической оценки. Приведены физико-химические показатели качества изделий.

**Ключевые слова:** хлеб, сдоба, обогащение, синезеленые водоросли.

**M.V. Efimova, A.A. Efimov, O.N. Tolokonnicova, A.P. Zenina**

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

### **THE USAGE OF THERMOPHILIC BLUE-GREEN ALGAE IN BAKERY PRODUCTS PROCESSING TECHNIQUE**

The article gives the analysis of bakery products fortification methods published data. It contains a brief characteristic of blue-green algae chemical composition as a bakery additive. Bakery products with the usage of blue-green algae recipe research results on the basis of organoleptic evaluation are shown. Physical-chemical characteristics of the product quality are given.

**Key words:** bread, bakery, fortification, blue-green algae.

Хлеб – один из главных продуктов питания, к которому люди всегда относились с благоговением.

Ученые считают, что первый хлеб появился 8–9 тыс. лет назад. Вначале людям был известен только плотный пресный хлеб, и лишь примерно около 6 тыс. лет назад пекари Древнего Египта стали выпекать пористый хлеб из заквашенной мучной кашицы [1–3].

В IV–VII веках в Византии готовили много сортов хлеба. Выпекали, например, хлеб для богатых людей из муки высших сортов пшеницы. Далее шел хлеб чуть дешевле, который выпекался из муки несколько более низкого качества. Существовали также средние сорта хлеба и, наконец, грубый хлеб для бедных. Солдаты и монахи предпочитали хлеб очень жесткий, стойкий к воздействию плесени, который дважды пекли в печи, пока не испарялась вся влага [4].

В питании населения России хлебобулочные изделия всегда являлись и являются основными источниками энергии, белков и углеводов. Они обеспечивают, соответственно, 36,6, 40 и 53% от суточного поступления энергии, белков и углеводов. Хлебопродукты являются также уникальным источником витаминов группы В [5].

В течение многих тысячелетий хлеб выпекали из муки, полученной из цельного зерна. К сожалению, научно-технический прогресс привел к преобладанию хлеба из очищенной муки, лишенной большинства ценных веществ [6].

Так, например, при переработке зерна в муку происходят существенные потери витаминов и минеральных веществ за счет удаления зерновой оболочки. В процессе приготовления хлеба содержание многих витаминов группы В и Е снижается в 2–6 раз по сравнению с их содержанием в зерне. В таблице 1 приведены сравнительные данные по содержанию некоторых витаминов в зерне, муке и хлебе [5].

Таблица 1

Содержание витаминов в пшенице, муке и хлебе, мг/100 г

Продукт	Витамин В <sub>1</sub> (тиамин)	Витамин В <sub>2</sub> (рибо- флавин)	Витамин В <sub>6</sub> (пири- доксин)	Витамин РР (ниацин)	Витамин В <sub>с</sub> (фолиевая кислота), мкг	Витамин Е (токо- феролы)	β-каротин
Зерно пшеницы	0,37–0,46	0,10–0,17	0,50–0,60	4,94–5,58	35,0–46,0	6,02–6,50	0,014–0,015
Мука пшеничная:							
II сорта	0,37	0,12	0,50	4,55	38,4	5,37	0,006
I сорта	0,25	0,08	0,22	2,20	35,5	3,05	Следы
высшего сорта	0,17	0,04	0,17	1,20	27,1	2,57	0
Потери для муки высшего сорта по сравнению с зерном, раз	2,17–2,70	2,50–4,25	2,94–3,52	4,11–4,65	1,29–1,69	2,34–2,53	Полная потеря
Хлеб из муки пшеничной:							
II сорта	0,23	0,08	0,29	3,10	29,0	3,30	0,004
I сорта	0,16	0,05	0,13	1,54	27,0	1,96	Следы
высшего сорта	0,11	0,03	0,10	0,92	22,5	1,68	0
Потери для хлеба из муки высшего сорта по сравнению с зерном, раз	3,36–4,18	3,33–5,66	5,00–6,00	5,36–6,06	1,55–2,04	3,58–3,86	Полная потеря

Как видно из таблицы 1, чем выше степень рафинирования муки, тем меньше в ней остается витаминов, а в зависимости от содержания витаминов в муке изменяется и их содержание в готовом хлебе [5]. Содержание витаминов в процессе превращения зерна в хлеб снижается от 1,55 (для фолатина) до 6 раз (для пиридоксина). Таким образом, рафинирование приводит к резкому ухудшению качества муки, а следовательно, и хлеба.

Рафинированные продукты из-за больших затрат на переработку сырья всегда стоили дороже. Позволить себе такие продукты «на заре» технологии рафинирования могли лишь богатые люди. Следовательно, зажиточные слои общества расплачивались за белую муку и белый хлеб с древних времен. Русская народная пословица так характеризует питание богатых: «Матушка рожь кормит всех дураков сплошь, а пшеничка – по выбору» [7]. Так, при археологических раскопках в зубах балзамированных древнеегипетских аристократов было обнаружено не меньше кариеса, чем в зубах современных жителей США. Есть белый хлеб, сахар считалось модным, это поднимало авторитет потребителя в глазах окружающих. Мукомольная промышленность приспособилась к новым требованиям [8].

С развитием технологий и изменения потребительского спроса происходили значительные перемены в структуре ассортимента хлеба в сторону повышения доли продукции из муки высшего сорта. Около 75% взрослого населения ежедневно потребляют хлебобулочные изделия из пшеничной муки высшего и первого сортов, причем как промышленного изготовления, так и домашней выпечки. Это привело к снижению поступления в организм человека незаменимых нутриентов, основным источником которых являются продукты переработки зерна [5].

Высокая степень рафинирования муки и сохранение статуса хлеба как продукта наиболее массового потребления обуславливают целесообразность и необходимость обогащения хлебобулочных изделий микронутриентами [5].

Хлебобулочные изделия чаще всего обогащают витаминами, β-каротином, железом, полифункциональными растительными добавками в виде пшеничных зародышевых хлопьев [5]. В последнее время в хлебобулочные изделия стали вносить различные нетрадиционные компоненты, которые содержат и пищевые волокна, и витамины, и макро- и микроэлементы и другие вещества, повышающие пищевую ценность продукции. Такими компонентами являются, например, семена подсолнечника, кунжут, семена тыквы, фруктовые цукаты, изюм, укроп, чеснок, лук, морская капуста и др.

Так, австрийская компания «Backaldrin», которая в настоящее время представляет собой транснациональный холдинг, производит зерновые смеси, основу которых составляют полезные для человека цельные злаковые культуры, богатые клетчаткой, содержащие минеральные вещества, витамины, протеины. В состав композиций в разных сочетаниях входят семена подсолнечника, просо, льняное семя, рис, соевый, пшеничный, солодовый и ржаной шрот, солодовая мука, кукурузные хлопья, кунжут, лецитин, пряности, пшеничные отруби, картофельные хлопья, сухая сыворотка, дробленое зерно (рожь, пшеница, овес, ячмень, гречиха, просо) [9].

Целью наших исследований является разработка технологии сдобных изделий с синезелеными микроводорослями в качестве полифункциональной комплексной добавки.

Традиционным сырьем для технологического использования в качестве обогащающей добавки в настоящее время являются бурые водоросли. Однако в последние десятилетия пристальное внимание ученых привлекли синезеленые микроводоросли, которые отличаются высокой продуктивностью (от 2 до 27 г сухого вещества с 1 м<sup>2</sup> водной поверхности в сутки); их химический состав характеризуется высоким содержанием белка (до 70–75% органической части), наличием биологически активных веществ (полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, пигментов, ферментов) [10].

Использование микроводорослей в качестве пищи имеет древнюю историю. В основном микроводоросли имели пищевое значение там, где они образовывали крупные колонии или скапливались большими массами. На территории Мексики на оз. Текскоко, в Африке на оз. Чад местное население регулярно употребляло в пищу галеты, состоящие из одного вида синезеленых водорослей рода *Spirulina*. Анализы образцов *Spirulina* spp. показали, что в них содержится в среднем до 65% белков [11]. В настоящее время синезеленые водоросли рода *Spirulina* привлекают внимание специалистов, занимающихся вопросами питания.

Применение биомассы синезеленых микроводорослей рода *Spirulina* в хлебобулочных изделиях функционального назначения исследовано В.С. Букреевым с соавторами [12, 13]. Исследования показали, что при внесении спирулины в хлебобулочные изделия из ржаной обдирной муки относительное содержание белка увеличивалось на 6,2, липидов – на 1,7%. При внесении спирулины в изделия из пшеничной муки в них повышалось содержание кальция, железа, меди, фосфора [13].

Большой интерес представляет использование термофильных синезеленых водорослей как сырья для производства пищевых продуктов. Это связано с особенностями химического состава термофилов, своеобразием физико-химических, структурных, функциональных свойств всех компонентов их клеток, что обусловлено их приспособленностью к активной жизни при высокой температуре [10, 14, 15].

На Камчатке существует возможность широкомасштабного производства биомассы синезеленых водорослей и их переработки. По данным исследований М.В. Ефимовой и А.А. Ефимова, перспективным сырьевым объектом для пищевого использования являются синезеленые водоросли рода *Phormidium* (*Ph. ramosum* В.-Peters. и *Ph. ambiguum* Gom.) (рис. 1), доминирующие в Паратунских гидротермах Камчатки [10, 14, 15].

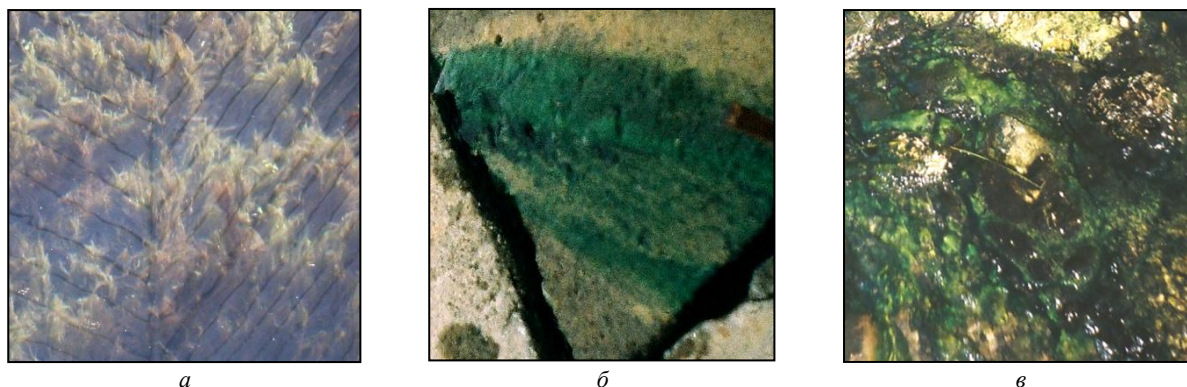


Рис. 1. Синезеленые водоросли рода *Phormidium*:  
 а – *Ph. ambiguum* в Нижнепаратунских гидротермах (фото Ефимовой М.В.); б – *Ph. ramosum*  
 в Среднепаратунских гидротермах (фото Ефимовой М.В.); в – *Ph. ramosum*  
 в Верхнепаратунских гидротермах (фото Зениной А.П.)

Данные химического состава биомассы исследованных синезеленых водорослей приведены в таблице 2 [10].

Таблица 2

**Химический состав синезеленых водорослей рода *Phormidium***

Наименование показателя	Массовая доля, от сухого вещества	Наименование показателя	Массовая доля, от сухого вещества
Белок (N×5,91), %	12,94	Зола, %, в том числе	55,13
Липиды, %	1,50	кальций, %	0,32
Хлорофилл <i>a</i> , мг/г	8,4	фосфор, %	0,16
Фикоцианин, мг/г	45,2	йод, %	0,006
Каротиноиды, мг/г	2,2	медь, %	0,90
–	–	цинк, %	30,00

Как видно из таблицы 2, биомасса характеризуется невысоким содержанием липидов, значительной долей углеводов, большим количеством минеральных веществ. Массовая доля белка составляет 12,94% (35,08% органической части).

В таблицах 3 и 4 приведен аминокислотный состав белков и состав витаминов синезеленых водорослей рода *Phormidium* Паратунских гидротерм [10].

Таблица 3

**Аминокислотный состав биомассы синезеленых водорослей рода *Phormidium***

Незаменимые аминокислоты	Содержание, г на 100 г белка	Заменимые аминокислоты	Содержание, г на 100 г белка
Изолейцин	4,6	Гистидин	2,4
Лейцин	9,7	Аргинин	5,7
Лизин	6,7	Аспарагиновая	8,8
Метионин	3,3	Цистин	1,2
Фенилаланин	5,5	Глутаминовая	12,6
Треонин	3,2	Глицин	7,1
Триптофан	1,5	Аланин	6,6
Валин	7,5	Пролин	5,3
–	–	Серин	4,2
–	–	Тирозин	3,3
Итого	42,0	Итого	57,2

Таблица 4

**Состав витаминов биомассы синезеленых водорослей рода *Phormidium***

Водорастворимые витамины	Содержание в сухом веществе	Жирорастворимые витамины	Содержание в сухом веществе
Витамин В <sub>1</sub> , мкг/г	5,30 мкг/г	Витамин Е, МЕ	0,80 МЕ
Витамин В <sub>2</sub> , мкг/г	18,00 мкг/г	Витамин А, МЕ	4200,00 МЕ
Витамин В <sub>3</sub> , мкг/г	0,83 мкг/г	–	–
Витамин В <sub>6</sub> , мкг/г	3,00 мкг/г	–	–
Витамин В <sub>12</sub> , мкг/г	6,00 мкг/г	–	–

Как видно из таблиц 3 и 4, аминокислотный состав синезеленых водорослей рода *Phormidium* характеризуется высоким содержанием незаменимых аминокислот (42,0%), в их составе достаточно высоко содержание витаминов групп А и В, большинство из которых устойчивы при кулинарной обработке.

Биологическая ценность биомассы синезеленых водорослей рода *Phormidium* составила 68% [15].

В процессе проводимых исследований за основу принимали рецептуру теста для булочки сдобной [16], приведенную в таблице 5.

Рецептура булочки сдобной (контрольный образец)

Ингредиенты	Расход сырья для приготовления теста		
	Опара	Тесто	Разделка
Мука пшеничная высшего сорта, кг	0,50–0,60	0,48–0,35	0,02–0,05
Вода, кг	0,15–0,18	–	–
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	0,04	0,01	–
Соль поваренная пищевая, кг	–	0,01	–
Сахар-песок	–	0,26	–
Маргарин, кг	–	0,15	–
Молоко коровье, л	0,15	–	–
Яйца, шт./кг	–	3 / 0,12	–
Ванилин, кг	–	0,005	–

Тесто приготавливали опарным способом. Брожение опары проводили в течение 4 часов, брожение теста проводили в течение 2 часов. Тестовые заготовки разделяли овальной формы с заостренными концами, с двумя продольными надрезами, а также округлой формы. Заготовки укладывали швом вниз на противень на расстоянии примерно 5 см друг от друга, чтобы во время расстойки они не соединились. Расстойку проводили в течение 80 минут. Затем выпекали при температуре 200°C в течение 25–30 минут. Масса готовых изделий составляла 100 г.

Экспериментальные образцы (рис. 2) готовили с добавлением пищевого порошка из термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium*, технология которого была разработана А.А. Ефимовым с соавторами [17]. Порошок вносили непосредственно в муку в количестве 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7% (табл. 6). В тесте происходила регидратация водорослевых частиц и, соответственно, увеличение их размеров от 60–120 мкм до 1–2 мм.

Таблица 6

Количество вносимого пищевого порошка из термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium*, % от массы муки

Обозначение образца сдобных изделий							
К	В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7
0	1	2	3	4	5	6	7



к



В1



В2



В3



В4



В5



В6



В7

Рис. 2. Образцы сдобных изделий с синезелеными водорослями рода *Phormidium*

Приемлемость дозы вносимой водорослевой добавки определяли по органолептическим показателям. Результаты органолептических исследований представлены в таблице 7.

**Сравнительные органолептические показатели образцов сдобных изделий с синезелеными водорослями рода *Phormidium***

Показатель	Образец						
	К	В1, В2	В3	В4	В5	В6	В7
Поверхность	Шершавая, без трещин и подрывов	Шершавая, без трещин и подрывов	Шершавая, без трещин и подрывов	Шершавая, без трещин и подрывов	Шершавая, без трещин и подрывов	Шершавая, без трещин и подрывов	Шершавая, без трещин и подрывов
Цвет	Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости	Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с едва заметными вкраплениями синезеленого цвета	Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с едва заметными вкраплениями синезеленого цвета	Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с незначительными вкраплениями синезеленого цвета	Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с редкими вкраплениями синезеленого цвета	Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с умеренными вкраплениями синезеленого цвета	Светло-коричневый, свойственный данному наименованию изделия, равномерный, без подгорелости, с выраженными вкраплениями синезеленого цвета
Состояние мякиша: пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, после легкого надавливания пальцами принимает первоначальную форму
промес	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса
пористость	Развитая, без пустот и уплотнений	Развитая, без пустот и уплотнений	Развитая, с незначительными пустотами, без уплотнений, вкрапления водорослей равномерно распределены по массе батона	Развитая, с незначительными пустотами, без уплотнений, вкрапления водорослей равномерно распределены по массе батона	Развитая, с незначительными пустотами, без уплотнений, вкрапления водорослей равномерно распределены по массе батона	Развитая, с незначительными пустотами, без уплотнений, вкрапления водорослей равномерно распределены по массе батона	Развитая, с незначительными пустотами, без уплотнений, вкрапления водорослей равномерно распределены по массе батона
Вкус и запах	Свойственные данному виду изделия, без посторонних	Свойственные данному виду изделия, без посторонних	Свойственные данному виду изделия, без посторонних	Свойственные данному виду изделия, без посторонних	Свойственные данному виду изделия, без посторонних, с едва уловимым привкусом и запахом водорослей	Свойственные данному виду изделия, без посторонних, с легким привкусом и запахом водорослей	Свойственные данному виду изделия, без посторонних, с выраженным щелочным привкусом и запахом водорослей

Профилограммы качества сдобных изделий с синезелеными водорослями представлены на рисунке 3.

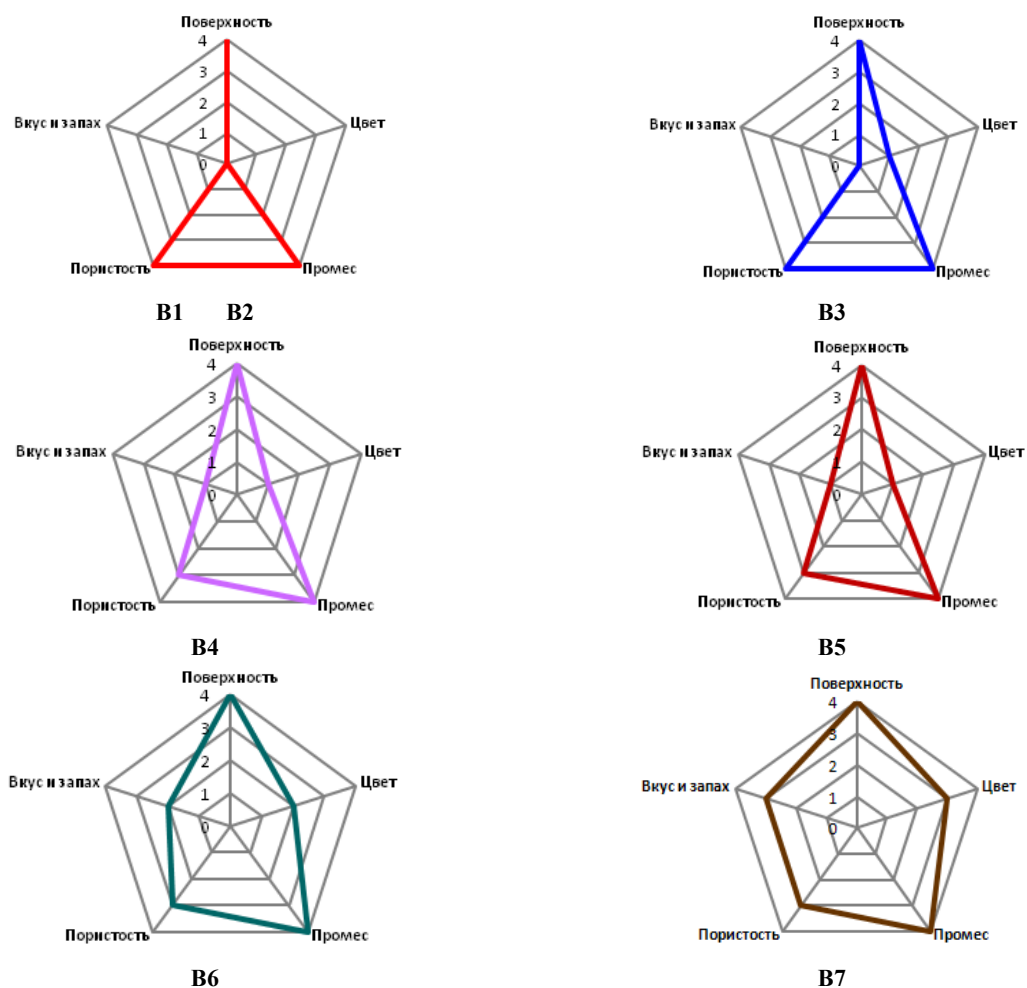


Рис. 3. Профилограммы качества образцов сдобных изделий с синезелеными водорослями: шкала оценки цвета, вкуса и запаха: 0 – цвет, вкус и запах водорослей не ощущаются; 1 – цвет, вкус и запах водорослей едва ощущаются; 2 – цвет, вкус и запах водорослей слабо (приятно) ощущаются; 3 – цвет, вкус и запах водорослей умеренно ощущаются; 4 – свойства сильно (резко) выражены; оценка поверхности, промеса и пористости изделий: более высокому качеству соответствует более высокий балл

Как видно из таблицы 7 и рисунка 3, наиболее приемлемым по органолептическим показателям являлся образец сдобы В6 с добавлением водорослей в количестве 6% от массы муки.

Для готовых изделий определяли физико-химические показатели в соответствии с ГОСТ 24557 «Изделия хлебобулочные сдобные. Технические условия» [18]. Результаты оценки физико-химических показателей приведены в таблице 8.

Таблица 8

**Физико-химические показатели образцов сдобных изделий с синезелеными водорослями рода *Phormidium***

Показатель	Норма по ГОСТ 2457	Образец								
		К	В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7	
Пористость, %	Не нормируется	74,5	72,26	65,63	68,8	66,9	65,15	70,9	70,8	
Влажность мякиша, %, не более	34	33,4	33,4	33,5	33,4	33,5	33,5	33,5	33,5	
Кислотность мякиша, град, не более	2,5	2,4	2	1,8	2,2	1,6	1,4	1,4	1,4	
Массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество, %	19,5±1,0	18,8	18,7	18,7	18,7	18,6	18,6	18,6	18,6	
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	10,0±0,5	10,3	10,3	10,3	10,2	10,2	10,1	10,1	10,1	

Как видно из таблицы 8, по физико-химическим показателям все образцы соответствовали требованиям стандарта. Соответственно, определяющей и при выборе дозировки вносимой водорослевой добавки является органолептическая оценка образцов изделий.

Дальнейшие исследования технологии будут направлены на определение пищевой и энергетической ценности образцов сдобных изделий с синезелеными водорослями.

Проведенные на данном этапе исследования доказывают возможность и актуальность расширения ассортимента обогащенных хлебобулочных изделий за счет введения ценного водорослевого сырья.

### Литература

1. Из истории хлебопечения // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2007. – № 10. – С. 19–21.
2. Хуришудян С.А., Зайчик Ц.Р. История производства пищевых продуктов и развития пищевой промышленности России. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 204 с.
3. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. М.: ДеЛи принт, 2006. – 296 с.
4. Культура Византии: IV – первая половина VII в. / Под ред. З.В. Удальцова. – М.: Наука, 1984. – 728 с.
5. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / Под общ. ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
6. Билич Г.Л., Назарова Л.В. Основы валеологии. – СПб.: Водолей, 1998. – 560 с.
7. Русские народные загадки, пословицы, поговорки / Сост. Ю.Г. Круглов. – М.: Просвещение, 1990. – 335 с.
8. Горен М. Путь к здоровью и долголетию. – М.: ПТО «Селф», 1992. – 332 с.
9. Ефимов А.А., Ефимова М.В. Основы рационального питания: учеб. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 178 с.
10. Комплексное обеспечение региональной безопасности: Монография / Под ред. А.Я. Исакова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – С. 77–92.
11. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды. – М.: Мир, 1987. – 416 с.
12. Букреев В.С., Гришина Л.Н., Белявская И.Г. Хлебобулочные изделия функционального назначения с использованием микроводорослей // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2012. – № 1. – С. 36–38.
13. Гришина Л.Н. Разработка технологии хлебобулочных изделий с применением микроводоросли спирулины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2012. – 24 с.
14. Ефимова М.В. Синезеленые водоросли (цианобактерии) поверхностных термопроявлений Камчатки и возможности их использования в биотехнологии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2005. – 26 с.
15. Ефимов А.А. Научное обоснование технологии рациональной переработки термофильных синезеленых водорослей Камчатки: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 25 с.
16. Пашук З.Н., Анет Т.К., Анет И.И. Технология производства хлебобулочных изделий: Справочник. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 400 с.
17. Разработка технологии получения порошка пищевого из термофильных синезеленых водорослей рода *Phormidium* / А.А. Ефимов, М.В. Ефимова, М.А. Походина, И.А. Якушева // Вестник КамчатГТУ. – 2011. – № 15. – С. 38–45.
18. Изделия хлебобулочные сдобные. Технические условия: ГОСТ 24557–89. Введ. 01.07.1990. – URL: <http://law.rufox.ru/view/9/14242.htm> (дата обращения 31.01.2015).



УДК 664.68:581.6

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

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

## **НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО СПРОСА И АССОРТИМЕНТА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Приведен анализ литературных данных об истории развития производства, ассортимента и потребительского спроса на кондитерские изделия, о современных тенденциях развития кондитерской отрасли, о направлениях обогащения кондитерских, в том числе мучных, изделий. Дана краткая характеристика сырья кондитерского производства, пищевой и энергетической ценности продукции. Показаны результаты изучения потребительского спроса на мучные кондитерские изделия разного ассортимента. Обозначены направления проведения дальнейших исследований по введению в состав мучных кондитерских изделий морских водорослей.

**Ключевые слова:** кондитерские изделия, объемы производства, ассортимент, спрос, обогащение.

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

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

## **DEVELOPMENT DIRECTIONS OF CONSUMER DEMAND AND CONFECTIONERY ASSORTMENT**

The literature data analysis about the development of production, assortment, and consumer demand for confectionery products, modern tendencies of the confectionery industry development, directions of confectionery including flour products enrichment were presented. Brief characterization of raw materials for confectionery production, food and energy value of products was given. The results of the consumer demand study for different assortment of flour confectionery were shown. The directions for further investigations of sea weeds introduction into the flour confectionery content were determined.

**Key words:** confectionery, production volumes, assortment, demand, enrichment.

Кондитерское производство является важнейшей отраслью агропромышленного комплекса страны. В отрасли вырабатываются кондитерские изделия, характеризующиеся высокой пищевой ценностью и усвояемостью за счет применения различного высококачественного сырья [1, 2].

Кондитерские товары отличаются приятным вкусом и ароматом, красивым внешним видом, высокой пищевой и энергетической (от 1200 кДж для мармелада до 2300 кДж для шоколада) ценностью, а также хорошей усвояемостью. Основным сырьем в кондитерском производстве являются сахар, мед, заменители сахара, патока, молоко, фрукты и ягоды, мука, крахмал, какао-продукты, орехи, различные жиры и масла и др. Широко применимы различные пищевые красители [3], гелеобразователи [4], пенообразователи, ароматические вещества, пищевые кислоты, консерванты и др. [5–12].

Объемы производства кондитерских изделий, как и любых других, обусловлены потребительским спросом. Так, в России в 1989–1990 гг. выработка кондитерских товаров составляла 2845 тыс. тонн, что соответствовало потреблению 20,8 кг продукции в год на одного жителя страны. Для сравнения, в Великобритании этот показатель составлял 25,9 кг, в Германии – 22,4 кг, во Франции – 18,7 кг. Следует подчеркнуть, что 50% выпускаемой продукции составляли мучные кондитерские изделия. В 1994–1996 гг. в результате экономического кризиса объемы

производства и потребления кондитерских товаров сократились более чем в 2 раза. В последующие годы на кондитерских предприятиях были широко внедрены технологии и оборудование для производства кондитерских изделий с низким содержанием сахарозы (крекера и галет), что способствовало преодолению кризисной ситуации в отрасли [13].

Динамика изменения объемов производства кондитерских изделий в России в период с 1990 по 2007 гг. наглядно представлена на рисунке 1 [14].

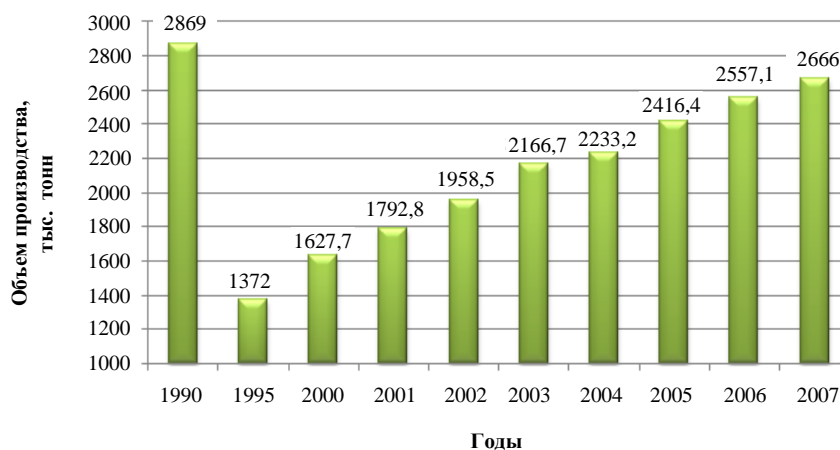


Рис. 1. Производство кондитерских изделий в России в период с 1990 по 2007 гг.

Уровень потребления кондитерских изделий в настоящее время достаточно высок. По данным исследований Лаборатории по изучению и планированию структуры питания населения НИИ питания РАМН, 20–25% детского и 6–13% взрослого населения регулярно потребляют мучные кондитерские изделия, 5–12% населения страны – сахарные кондитерские изделия. Среди мучных изделий предпочтение отдано сдобному печенью, пряникам, вафлям и крекеру [13].

Преобразования, произошедшие на рынке кондитерских изделий в 1998–2003 гг., значительно изменили традиционные подходы к этой группе продуктов. Так, кондитерские изделия из десертов постепенно превращаются в очень важные компоненты пищевого рациона населения всех возрастных групп. Они все чаще используются в составе школьных завтраков. Неуклонно растет спрос и на кондитерские изделия диетической направленности [13].

Ассортимент кондитерских изделий в мире бесконечно велик. У каждого народа существует большое количество традиционных «сладостей». При этом каждое изделие, естественно, имеет свою историю. Кроме того, кондитерские изделия являются результатом постоянного творчества, как профессиональных кондитеров, так и любителей.

В зависимости от используемых ингредиентов, все виды кондитерских изделий делят на две основные группы – сахаристые и мучные. Некоторые кондитерские изделия содержат элементы обеих групп, однако лишь одна считается основной [9–12, 15–17]. К сахаристым кондитерским изделиям относят меренги, варенье, джем, повидло, конфитюр, мармелад, желе, грильяж, зефир, пастилу, безе, конфеты, ирис, карамель, леденцы, кремы, марципан, муссы, помадки, самбук, суфле, халву, лукум и другие восточные сладости, шоколад, цукаты. К мучным кондитерским изделиям относят вафли, печенье, кексы, торты, пирожные, пряники.

В античные времена кондитерское «производство» достигло расцвета в Древнем Риме, где профессия кондитера, как и профессии повара и пекаря, относилась к наиболее уважаемым. Позже, во времена нашествия германских племен и в эпоху «великого переселения народов» (IV–VII вв.) на кондитерские изделия не было спроса, и, соответственно, количество и ассортимент продукции резко снизились. Возрождение кондитерского производства относят к периоду правления короля Карла I Великого (742–814), который, попробовав в Испании сладкие лакомства, приказал включать их в повседневное меню [14].

Считается, что родиной очень многих кондитерских изделий, популярных и в настоящее время в большинстве стран, является Франция [18].

Зародившись как ремесло, приготовление кондитерских изделий со второй половины XIX в. преобразуется в фабричное производство. В России в конце XIX в. на рынке кондитерских изделий уже наблюдалась сильнейшая конкуренция. В начале XX в. кондитерское производство в России было сконцентрировано лишь в крупных городах: Петербурге, Москве, Харькове, Одессе. При этом большинство предприятий принадлежало иностранным фирмам. После 1917 г. крупные кондитерские фабрики были национализированы и была проведена их специализация [14].

Число фабрик, имевших механические, в основном паровые, двигатели, с 1890 по 1910 гг. увеличилось примерно в 3,3 раза, а мощность двигателей – в 10 раз. За период с 1879 по 1913 гг. производство кондитерских изделий возросло примерно в 7,5 раза, однако при этом общий объем их производства, в том числе из расчета на душу населения, оставался незначительным. В то же время ассортимент кондитерских изделий был довольно широк и включал конфеты, шоколадные изделия, какао, мармелад, пастилу, пряники, печенье, сухари, галеты, вафли, карамель, халву и др. При этом доля мучных кондитерских изделий составляла всего 16,9%. Мучные кондитерские товары выпускали более мелкие кондитерские предприятия, а также огромное количество хлебопекарен и булочных [14].

В последние годы наблюдается устойчивое повышение спроса населения на мучные кондитерские изделия с высокими вкусовыми достоинствами. При этом предпочтением пользуется относительно недорогая продукция, изготовленная с преимущественным использованием отечественного сырья [19].

В настоящее время на прилавках магазинов представлен широчайший ассортимент мучных кондитерских изделий отечественных и зарубежных производителей.

Совершенствуется структура ассортимента мучных кондитерских изделий в направлении введения в рецептуры нетрадиционного сырья: пищевых добавок, натуральных красителей, новых видов муки. С целью расширения ассортимента и более полного удовлетворения неуклонно растущих потребностей населения используются витаминные и минеральные добавки.

Образ жизни современного жителя России характеризуется серьезными изменениями в отрицательную сторону за счет резкого снижения физической активности. Это привело к тому, что при средней энергетической ценности суточного рациона 2000–2400 ккал стало невозможным обеспечение организма необходимым количеством микронутриентов. Следует отметить, что вклад мучных кондитерских изделий в общую энергетическую ценность пищевого рациона может достигать 18–20%. Дефицит витаминов, микро- и макроэлементов в России распространен во всех возрастных группах населения [13, 20]. С этой точки зрения, для кондитерских изделий характерен важный недостаток, каковым является практически полное отсутствие в них витаминов, пищевых волокон, макро- и микроэлементов. Так, например, 100 г мучных кондитерских изделий обеспечивают лишь 4–5% суточной потребности человека в витаминах B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> и PP.

В этих условиях стало актуальным направлением создание и включение в структуру питания населения функциональных и обогащенных пищевых продуктов [20–26], потребительские свойства которых включают пищевую ценность и положительное физиологическое воздействие [27, 28]. Такие продукты уже получили широкое распространение в США, Японии, странах Европейского Союза. Основным механизмом профилактического действия функциональных и обогащенных пищевых продуктов является их положительное влияние на повышение физической выносливости, иммунитет, улучшение функции пищеварения и регуляцию аппетита. Наиболее яркими примерами функциональной пищи являются продукты, обогащенные пищевыми волокнами, пробиотиками, флавоноидами, антиоксидантами, витаминами, микро- и макроэлементами [20, 23, 24, 29–33]. Примером обогащенных кондитерских изделий являются выпускаемые ОАО «Рот Фронт» продукты линейки «Eco botanica®»: печенье с β-каротином и кусочками кураги (рис. 2), печенье с экстрактом зеленого чая и пищевыми волокнами, шоколад со злаками и витаминами, вафли из цельносмолотой муки с семечками, зефир с экстрактом каркаде и витаминами, крекер с пищевыми волокнами, картофелем и зеленью, желейные конфеты с экстрактом зеленого чая и витаминами.



Рис. 2. Печенье, обогащенное β-каротином и курагой (ОАО «Рот Фронт»)

Так, на основании анализа объема производства, структуры ассортимента и уровня потребления в качестве объекта обогащения Лабораторией технологии новых специализированных продуктов профилактического действия НИИ питания РАМН совместно с НИИ кондитерский промышленности были выбраны наиболее массовые продукты, в том числе пряники, технология которых позволяет существенно снизить их калорийность за счет введения значительных (до 25% в рецептуре) количеств пищевых волокон и микронутриентов. Содержание витаминов и микронутриентов в пряниках, приготовленных по традиционным технологиям, приведено в таблицах 1 и 2 [13].

В качестве источника пищевых волокон и биологически активных компонентов в рецептуру пряников добавляли в количествах от 5 до 25% пшеничные зародышевые хлопья (ПХЗ) взамен пшеничной муки высшего сорта. Наилучший эффект по органолептическим показателям пряников был получен при добавлении 25% ПХЗ. Зародышевые хлопья, являющиеся богатым источником витаминов групп E и B, улучшали также и витаминную ценность пряников: содержание тиамин в пряниках возросло в 3 раза, рибофлавина и ниацина – в 1,5–2 раза. Заметно увеличилось также содержание витамина E [13].

Таблица 1

Содержание микронутриентов в 100 г пряников,  
% от рекомендуемой нормы потребления

Вид изделия	Минеральные элементы			Витамины				Пищевые волокна
	К (калий)	Са (кальций)	Fe (железо)	А (ретинол)	С (аскорбиновая кислота)	В <sub>1</sub> (тиамин)	В <sub>2</sub> (рибофлавин)	
Пряники	10	1	4	0	0	6	2	0

Таблица 2

Содержание микронутриентов в 100 г пряников, мг  
и энергетическая ценность изделий

Вид изделия	Минеральные элементы						Витамины					Энергетическая ценность, ккал	
	Na	К	Са	Mg	P	Fe	А	β-каротин	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	PP		С
Пряники заварные	11	60	9	–	41	0,6	0	0	0,08	0,04	0,57	0	350
Пряники сырцовые	7	71	11	Следы	50	0,7	–	–	0,09	0,04	0,69	–	348

Представленные выше данные убедительно свидетельствуют, что кондитерские изделия нуждаются в существенной коррекции их химического состава в направлении увеличения содержания витаминов и минеральных элементов, пищевых волокон при одновременном снижении энергетической ценности. Вместе с тем, в связи с постоянно растущим спросом на эту группу продуктов, она может рассматриваться в качестве удобного объекта для обогащения микронутриентами, дефицит которых в питании составляет серьезную проблему [13].

В рамках изложенной проблемы было проведено изучение потребительского спроса на мучные кондитерские изделия на базе гипермаркета «Мой мир» в торговом центре «Глобус» (г. Петропавловск-Камчатский).

По данным исследований, уровень реализации мучных кондитерских изделий выше, чем уровень реализации сахаристых кондитерских изделий в среднем на 15%. Данный факт обеспечивается тем, что в торговом центре представлен широкий ассортимент печенья, тортов, пряников, пирожных, вырабатываемых в местных кондитерских цехах и пользующихся большим спросом покупателей. Также большое влияние на уровень реализации кондитерских изделий оказывает ценовой фактор. Цены на мучные кондитерские изделия значительно ниже, чем на сахаристые.

Ассортимент мучных кондитерских изделий, представленных в торговом центре, достаточно разнообразен. Наибольшую часть ассортимента составляют печенье, пряники, крекер, торты и пирожное. Кроме печенья, вафель, тортов, кексов, рулетов, в продаже всегда имеются пряничные изделия разнообразного ассортимента, разных предприятий-изготовителей.

Высок уровень реализации пряничных изделий при высокой доле их поступления. Возможно, высокий спрос на пряники связан с их относительно низкой ценой. Средний уровень реали-

зации пряничных изделий составляет 94%. Наибольшую долю в товарообороте составляют пряники «Восточные», «Днепровские», «Мятные», «Северные», «С маком», «Шоколадные», «Сказочные», «К чаю», «Медовые». Достаточно богат ассортимент пряников с начинками, которые поставляют как местные производители (ООО «Парни», ОАО «Петропавловский хлебокомбинат», ООО «Камчатский комбинат рыбных и пищевых продуктов»), так и иногородние.

Для поддержания постоянного спроса на пряничные изделия в гипермаркет поставляют пряники небольшими партиями, разных наименований; в результате продукция не «залеживается» на прилавках, ассортимент реализуемой продукции постоянно меняется и обновляется.

Нами было проведено исследование ассортимента пряников с начинками. Некоторые образцы ассортимента представлены на рисунке 3.



Рис. 3. Образцы ассортимента пряников с начинками

Как видно из рисунка 3, в пряниках с начинками в качестве комплексной обогатительной добавки можно рассматривать вишню, лесные ягоды, лимон. В то же время технология приготовления начинок, в качестве которых в основном используют фруктовые и ягодные джемы, не предполагает снижения энергетической ценности изделий благодаря высокому (до 70%) содержанию сахарозы.

В качестве альтернативного направления обогащения мучных кондитерских изделий актуально применение морских водорослей, причем как в составе рецептуры основы изделий, так и в составе начинок. Водоросли содержат полисахариды, в том числе пищевые волокна, пигменты, обладающие антиокислительными и антибактериальными свойствами, витамины, макро- и микроэлементы. При введении в рецептуры водорослевых добавок решаются сразу три задачи: продукт обогащается ценными компонентами, антибактериальные свойства многих биологических веществ водорослей позволяют снизить количество вносимой сахарозы, и структура продукта становится более стабильной за счет водорослевых полисахаридов (агар, каррагинан, альгинаты), выполняющих функцию структурообразователей [34].

Изучение представленного на местном рынке ассортимента мучных кондитерских изделий показало, что при значительном разнообразии применяемых в изделиях начинок водоросли в настоящее время в качестве добавки как в тестовую основу, так и в начинки не встречаются.

Проведенные на данном этапе исследования открывают возможность расширения ассортимента обогащенных мучных кондитерских изделий за счет введения в их состав ценного водорослевого сырья.

### Литература

1. Введение в технологии продуктов питания / И.С. Витол, В.И. Горбатюк, Э.С. Горенков, и др.; под ред. А.П. Нечаева. – М.: ДеЛи плюс, 2013. – 720 с.
2. Драгилев А.И., Маршалкин Г.А. Основы кондитерского производства. – М.: Колос, 1999. – 448 с.
3. Куведва О.В. Натуральные красители // Кондитерское производство. – 2005. – № 5. – С. 30–31.
4. Кадникова И.А., Кушева О.А., Соколова В.М. Производство и применение агара и агарозы из дальневосточной анфельдии / Пищевые ингредиенты: сырье и добавки, 2004. – № 2. – С. 82–85.

5. Грачок М.А. Теоретические основы товароведения продовольственных товаров. – Минск: БГЭУ, 2008. – 151 с.
6. Дубовик Е.В., Ржеусская М.И., Анихимовская Л.В. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров: Учебно-методическое пособие. – Минск: БГЭУ, 2006. – 145 с.
7. Дубовик Е.В., Ржеусская М.И. Новое в товароведении кондитерских товаров. – Минск: БГЭУ, 2003. – 98 с.
8. Кругляков Г.Н. Основы товароведения продовольственных товаров. – М.: Экономика, 1984 – 247 с.
9. Справочник товароведа продовольственных товаров / Б.В. Андрест, В.И. Базарова, И.Л. Волкин, В.З. Гарнецков и др. – М.: Экономика, 1980. – Т. 1. – 416 с.
10. Справочник товароведа продовольственных товаров / Л.А. Бакулина, Е.Н. Барабанова, А.И. Бармаш и др. – М.: Экономика, 1981. – Т. 2. – 375 с.
11. Тимофеева В.А. Товароведение продовольственных товаров. – Ростов/н/Д.: Феникс, 2013. – 494 с.
12. Товароведение и экспертиза потребительских товаров: Учебник / В.В. Шевченко, И.А. Ермилова, А.А. Вытовтов, В.А. Герасимова и др. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 544 с.
13. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / Под ред. В.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
14. Хуршудян С.А., Зайчик Ц.Р. История производства пищевых продуктов и развития пищевой промышленности России: Учеб. пособие. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 204 с.
15. Гайкова М. Мучные изделия. – Мартин: Изд-во «Освета», 1988. – 368 с.
16. Смирнова Н.А., Надежнова Л.А. Товароведение зерномучных и кондитерских товаров: Учебник для вузов. – М.: Экономика, 1989. – 352 с.
17. Шепелев А.Ф., Печенежская И.А., Шмелев А.В. Товароведение и экспертиза кондитерских товаров: Учеб. пособие. – Ростов/н/Д.: МарТ, 2001. – 224 с.
18. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Продукты питания в отечественной и зарубежной истории. – М.: Дели принт, 2006. – 296 с.
19. Апет Т.К., Пашук З.Н. Справочник технолога кондитерского производства. – Т. 1. Технологии и рецептуры. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 560 с.
20. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, С.А. Хуршудян, О.Г. Шубина; под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
21. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.
22. Ефимова А.А., Ефимова М.В. Основы рационального питания: Учеб. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 178 с.
23. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 522 с.
24. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.
25. Самсонов М.А. Концепция сбалансированного питания и ее значение в изучении механизмов лечебного действия пищи // Вопросы питания. – 2001. – № 5. – С. 3–9.
26. Экспертиза специализированных пищевых продуктов. Качество и безопасность: Учеб. пособие / Л.А. Маюрникова, В.М. Позняковский, Б.П. Суханов и др.; под ред. В.М. Позняковского. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 424 с.
27. Пилат Т.Л., Иванов А.А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). – М.: Аввалон, 2002. – 710 с.
28. Шаззо Р.И., Касьянов Г.И. Функциональные продукты питания. – М.: Колос, 2000. – 248 с.
29. Закревский В.В. Безопасность пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище. Практическое руководство по санитарно-эпидемиологическому надзору. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 280 с.
30. Кислухина О.В. Витаминные комплексы из растительного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 308 с.

31. Могильный М.П. Пищевые и биологически активные вещества в питании. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 240 с.
32. Морозкина Т.С., Мойсеёнок А.Г. Витамины. – Минск: ООО «Асар», 2002. – 112 с.
33. Панов Д.П. Обогащение продуктов питания массового потребления // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2007. – № 1. – С.30–31.
34. Справочник по гидроколлоидам / Под ред. Г.О. Филлипса, П.А. Вильямса. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.

УДК 639.3(282.256.6)

**А.Ф. Кириллов, Ю.А. Свешников**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»  
Якутский филиал  
Якутск, Республика Саха (Якутия), 677018  
e-mail: grs-sakha@mail.ru*

### **ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ПАСТБИЩНОГО РЫБОВОДСТВА В ОЗЕРАХ БАССЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЛЕНА**

Обследование озер в бассейне среднего течения р. Лена показало возможность развития пастбищного рыбководства в этом регионе при условии проведения рыбохозяйственной мелиорации. Объем выращиваемой рыбопродукции может составить 1,8–2,0 тыс. т.

**Ключевые слова:** Якутия, река Лена, озера, кормовая база, ихтиофауна, пастбищное рыбководство.

**A.F. Kirillov, Y.A. Sveshnikov**

*Federal state scientific institution  
«State research and production centre for fisheries»,  
Yakut branch  
e-mail: grs-sakha@mail.ru*

### **PREREQUISITES OF OPEN-WATER FISH FARMING IN LAKES OF THE MIDDLE LENA RIVER BASIN**

Survey of lakes of the Middle Lena River basin showed a possibility of a development of open-water fish farming in this area after amelioration of water body. A fish production output can total 1,8-2,0 thousand tons.

**Key words:** Yakutia, Lena River, lakes, feeds provision, fish fauna, open-water fish farming.

В настоящее время товарное рыбководство в озерных водоемах Якутии практически не осуществляется. Объективными причинами являются суровые природные условия, в том числе гидрологические и гидрохимические факторы, определяющие развитие кормовой базы и фауны рыб.

В бассейне среднего течения р. Лена расположено 174,7 тыс. озер с общей площадью 9463 км<sup>2</sup>, из них 67,3% от их общей площади имеют площадь менее 1 км<sup>2</sup> [1–3]. Площадь озер, пригодных для ведения товарного рыболовства и включенных в рыбохозяйственный фонд, ориентировочно составляет 3,7 тыс. км<sup>2</sup> [4]. Водоемы расположены главным образом в междуречье Лена-Вилюй и Лена-Алдан. Рыбопродуктивность озер низкая и не превышает 5 кг/га. Возможность увеличения рыбопродуктивности за счет развития озерного рыбководства подтверждается успешными опытами по зарыблению ряда водоемов личинками пеляди *Coregonus peled* и байкальского омуля *C. migratorius*.

Обследовано 34 озера. Определена морфометрия водоемов, типы грунтов, высшая водная растительность, гидрохимический режим, кормовая база рыб (планктон, зообентос), ихтиофауна [5–13]. Отбор проб осуществлялся по общепринятым методикам.

Климат региона отличается большими различиями между зимними и летними температурами воздуха. Среднегодовая температура воздуха, по многолетним данным, составляет минус 10,2°C, а годовые амплитуды температур воздуха по абсолютным значениям достигают 102°C. Самый холодный месяц – январь, его среднемесячная температура – 42,7°C при значительных отклонениях. Зима продолжительная и малоснежная, длительность с температурами ниже 0°C составляет 204–219 дней. Июль является самым теплым месяцем года со средней температурой +18,7°C. Среднегодовое количество осадков составляет 247 мм. Снежный покров имеет существенное значение для пополнения поверхностных вод региона, средняя высота его колеблется от 25 до 50 см. Летом испарение с акватории озера в 2–4 раза превышает количество выпадающих осадков. Толщина льда на озерах средней Лены в зависимости от снежного покрова варьирует в пределах от 50–70 см до 100–150 см и в среднем составляет 80–90 см.

Большинство обследованных озер относятся к эрозионно-термокарстовому типу, имеют небольшие средние глубины, заросшие водной растительностью прибрежные участки и заиленное дно. В таких озерах содержание кислорода в конце марта – начале апреля по всем глубинам составляет в среднем 0,22 мг/л и может снижаться до 0,01 мг/л, что предполагает развитие заморных явлений. Летом содержание кислорода в воде значительно возрастает и достигает 8–12 мг/л.

По составу воды озера относятся к гидрокарбонатного класса с преобладанием кальциевой группы и содержанием гидрокарбонатов 381–720 мг/л. Минерализация воды изменяется в широких пределах от категории «малая» (14,2 мг/л) до «высокая» (1082,3 мг/л). Общая жесткость воды варьирует от очень мягкой (0,1–1,9 мг-экв./л) до жесткой (6,8–7,78 мг-экв./л). Водородный показатель (рН) составляет 5,5–9,35 и в ряде озер превышает ПДК, принятый для рыбохозяйственных водоемов. Цветность воды определяется величинами (по имитационной шкале) 15–40°. По содержанию аммонийного азота (0,08–0,26 мг/л), нитритов (0–0,42 мг/л), фосфатов (0,007–1,92 мг/л), железа общего (0,02–0,16 мг/л) и кремнекислоты (0,4–5,2 мг/л) вода большинства водоемов не превышает ПДК.

Самые низкие показатели щелочности отмечены весной вследствие таяния снега на прилегающей местности, богатой гуминовыми веществами. Большинство исследованных озер являются мезотрофными.

Кормовые беспозвоночные водоемов представлены организмами планктона и бентоса. Структура видового состава зоопланктона имеет ротаторно-копеподный и копеподно-ротаторный характер. Доминантными видами являются *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, *Trichotri apocillum*, *Paracyclops fimbriatus*, *Eudiaptomus graciloides*, *Kellicottia longispina nauplii*. Количественные показатели численности и биомассы планктонных организмов в озерах колеблются в широких пределах от 520 до 128000 экз./м<sup>3</sup> и от 22 до 4356,4 мг/м<sup>3</sup>.

Численность организмов зообентоса обследованных озер распределяется неравномерно и колеблется в пределах от 1 до 108 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – от 0,0042 до 10,5 г/м<sup>2</sup>. Наибольшее разнообразие состава донной фауны отмечено в оз. Ниджили – 48 видов, среди них доминируют личинки хирономид и олигохеты.

Ихтиофауна водоемов представлена аборигенными видами (карась *Carassius carassius jacuticus*, озерный гольян *Rhynchocypris percunurus*, окунь *Perca fluviatilis*, обыкновенная плотва *Rutilus rutilus*, обыкновенная щука *Esox lucius*, обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernua*) и видами интродуцентами (пелядь *Coregonus peled* и байкальский омуль *C. migratorius*).

Средние размеры рыб в уловах следующие (промысловая длина и масса): карась – 15 см и 121 г, гольян – 10 см и 20,1 г, окунь – 28,2 см и 451 г, плотва – 22,2 см и 217 г, щука – 43,2 см и 760 г, ерш – 15,1 см и 51 г, пелядь – 36 см и 1011 г, байкальский омуль – 26,1 и 248,8 г.

В озерах бассейна среднего течения р. Лена (по данным Ленского территориального управления Росрыболовства) добывается порядка 350 т карася, 8 т щуки, 11 т окуня, 3 т плотвы, 22 т пеляди и 4 т озерного гольяна

Климатическая характеристика района расположения озер позволяет отнести их к нагульной сиговой и нагульной сигово-карповой системам, предлагаемых для заморных и незаморных озер [14]. В водоемах Якутии в качестве основного объекта товарного выращивания в сиговой зоне можно рекомендовать пелядь, а в сигово-карповой – пелядь, амурского сазана *Cyprinus*



*rubrofuscus* и леща *Abramis brama*. Используя технологии эффективных рыбохозяйственных мелиораций, повышения продуктивности путем использования минеральных и органических удобрений, сокращения численности малоценной ихтиофауны, использование поликультуры (рыбы планктофаги и бентофаги) можно увеличить рыбопродуктивность озер в 10–15 раз [14,15]. За-рыбление озер целесообразно осуществлять весной сразу после их вскрытия. Паразитологические исследования показали, что паразитофауна карасей в озерах не представляет опасности для вселяемой пеляди [13].

При рыбоводном освоении рыбохозяйственного озерного фонда в бассейне среднего течения р. Лена можно будет получать 1,8–2,0 тыс. т рыбоводной продукции.

Рекогносцировочная комплексная оценка биологического потенциала озер в бассейне среднего течения р. Лена предполагает возможность развития пастбищного рыбоводства в этом регионе. При проведении эффективной мелиорации, использования жизнестойкого посадочного материала, увеличения естественной кормности водоемов и применения кормов можно будет получать 1,8–2,0 тыс. т рыбоводной продукции. Для успешного развития пастбищного озерного рыбоводства необходимо предусмотреть создание районных рыбопитомников для обеспечения хозяйств рыбопосадочным материалом (например, пеляди) – мальками, сеголетками, годовиками. Товарное выращивание рыбы должно осуществляться в соответствии с требованиями рыбо-водно-биологического обоснования.

### Литература

1. Ресурсы поверхностных вод // Гидрологическая изученность. – Т. 17. – Вып. 4. – Л.: ГИ-МИЗ, 1964. – 128 с.
2. Ресурсы поверхностных вод // Гидрологическая изученность. – Т. 17. – Вып. 2. – Л.: ГИ-МИЗ, 1965. – 164 с.
3. Ресурсы поверхностных вод // Гидрологическая изученность. – Т. 17. – Вып. 3. – Л.: ГИ-МИЗ, 1964. – 211 с.
4. Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. – М.: Научный мир, 2002. – 194 с.
5. Озеро Ниджили / Титова К.Н., Ларионов Ю.П., Ларионова А.М., Павлов Ю.Д. – Якутск: Якуткнигоиздат, 1966. – 60 с.
6. Кириллов А.Ф. Карась озер Центральной Якутии // Илин (исторический, культурологический журнал). – Якутск: НИПК «Сахаполиграфиздат», 2000. – № 3(22). – С. 77–81.
7. Кириллов А.Ф., Мамилов Н.Ш., Шадрин Е.Г. Роль «уникальных» водоемов в сохранении разнообразия ихтиофауны Якутии // Вестник КазНУ, серия экологическая, № 1 (10). – Алматы, 2002. – С. 16–20.
8. Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены / Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжин И.Б. и др. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. – 176 с.
9. Фауна рыб озер в бассейне реки Вилюй // Эколого-биологические проблемы Сибири и сопредельных территорий: Мат. II научно-практ. конф. с международным участием / Кириллов А.Ф., Сивцева Л.Н., Жирков Ф.Н., Венедиктов С.Ю. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2011. – С. 114–119.
10. Мамилов Н.Ш., Кириллов А.Ф. Разнообразие ихтиофауны озер Якутии, выведенных из зоны промышленно-хозяйственной деятельности // Вестник КазНУ, серия экологическая. – Алматы, 2002. – № 1 (10). – С. 9–13.
11. Савинов Г.Н., Легостаева Я.Б., Маркова С.В., Кириллов А.Ф. и др. Ландшафтно-геохимические особенности формирования микроэлементозов в среднетаежной зоне Якутии. – М.: ООО Недра-Бизнесцентр, 2006. – 319 с.
12. Жирков Ф.Н., Кириллов А.Ф., Сивцева Л.Н. К экологии карася *Carassius carassius jacuticus* Kirillov, 1956 (*Cypriniformes*, *Cyprinidae*) водоемов Якутии // Биодиверситиология: Современные проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия: Сборник научных статей IV Международной научно-практ. конф. – Чебоксары: «Новое время», 2012. – С. 44–46.
13. Ансолихова О.Д., Венедиктов С.Ю., Жирков Ф.Н., Ильин И.Ю., Карпов С.О., Кириллов А.Ф., Климовский А.И., Свешиников Ю.А. Экология карася *Carassius carassius jacuticus* (*Cypriniformes*, *Cyprinidae*) в заморных озерах бассейна среднего течения реки Лена (на примере озера Белое) // Молодой ученый. – 2013. – № 11 (58). – С. 233–236.

14. Системы ведения товарного рыбоводства в агропромышленном комплексе Тюменской области // Мухачев И.С., Слинкин Н.П., Попов Н.Я., Размашкин Д.А., Бабушкин А.А. – Тюмень: ОАО «Тюменский дом печати», 2005. – 240 с.

15. Методические рекомендации по зарыблению озер, выращиванию и вылову товарной рыбы в озерах. – Новосибирск: ЗапСибНИИВБАК, 2011. – 64 с.

УДК 620.91

**Е.Ю. Сафрыгина**

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, 414025  
e-mail: safrygina\_ekaterina14@mail.ru*

### **ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПРОДУКТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

В данной статье рассмотрены основные виды альтернативных источников энергии, их стоимость, достоинства и недостатки, применение в России. А также выделяются общие достоинства и недостатки каждого рассмотренного альтернативного источника и эффективность их применения для жизнеобеспечения человека. В заключении заостряется внимание на необходимости формирования нормативно-правовой базы, проведения поддержки альтернативной энергетики в рамках целевых программ.

**Ключевые слова:** окружающая среда, альтернативная энергия, эффективность.

**E.Y. Safrygina**

*Astrakhan state technical University,  
Astrakhan, 414025  
e-mail: safrygina\_ekaterina14@mail.ru*

### **NATURAL ENERGY SOURCES AS ALTERNATIVE FOOD CONSUMPTION AND LIVELIHOODS PERSON**

This article describes the main types of alternative energy sources, their cost, advantages and disadvantages, application in Russia. Also the total advantages and disadvantages of each of the described alternative energy source and the efficiency of their application for human life were distinguished. In conclusion it is said to pay attention to the formation of normative-legal base and to support alternative energy in frames of federal programmes.

**Key words:** environment, alternative energy, efficiency.

Увеличивающееся загрязнение окружающей среды, нарушение теплового баланса атмосферы постепенно приводят к глобальным изменением климата. Дефицит энергии и ограниченность топливных ресурсов с все нарастающей остротой показывают неизбежность перехода к альтернативным источникам энергии (АИЭ). Они возобновляемы, экологичны, основой их служит энергия Солнца и Земли.

По прогнозам, традиционные топливно-энергетические ресурсы, при существующих темпах развития нефтегазовой отрасли, иссякнут в ближайшие 100–150 лет. Мировые запасы угля составляют 30 трлн тонн, нефти – 300 млрд тонн, газа – 220 трлн м<sup>3</sup>. Разведанные запасы угля составляют 1685 млрд тонн, нефти – 137 млрд тонн, газа – 142 трлн м<sup>3</sup>. Несмотря на то, что в последние годы было сделано много открытий месторождений нефти и газа в шельфовых зонах морей, запасов угля хватит примерно на 270 лет, нефти на 35–40 лет, газа на 50 лет [1].

Практически все развитые страны мира уделяют серьезное внимание проблеме использования АИЭ. В России также разработана комплексная программа проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ по использованию АИЭ. Программой предусмотрен ряд организационных мероприятий по освоению промышленностью производства и широкомасштабного внедрения систем энергоснабжения, работающих на АИЭ.

Альтернативные источники энергии (АИЭ) – это источники на основе постоянно существующих или периодически возникающих в окружающей среде потоков энергии. Возобновляемая энергия не является следствием целенаправленной деятельности человека, и это является ее отличительным признаком [2].

#### Классификация альтернативных источников энергии

Тип источника	Используемая энергия
Ветряные	Движение воздушных масс
Геотермальные	Тепло планеты
Солнечные	Электромагнитное излучение солнца
Гидроэнергетические	Движение воды в реках и морях
Биотопливные	Теплоту сгорания возобновляемого топлива

За рубежом интерес к этой технологии обусловлен многими причинами. Из основных это: снижение эксплуатационных расходов, повышение экологической безопасности за счет снижения вредных выбросов в атмосферу, и, наконец, энергоэффективность и снижение доли энергии при сжигании углеводородов, вырабатываемой с помощью традиционных источников энергии.

Лидерами в использовании альтернативных ВИЭ в 2004 г. были Китай, Германия, США, Испания и Япония, с 2006 г. – США. Топ-30 лидеров в рейтинге Ernst&Young 2010 года возглавил Китай, а среди участников рейтинга появились «новички» – Южная Корея, Румыния, Египет и Мексика. «Росбалт» предположил, что если в 2011 г. в России будет, наконец, дооформлена нормативно-правовая база по ВИЭ, то в рейтинг Ernst&Young сможет попасть и Россия. В Италии альтернативная энергетика стала конкурентоспособной отраслью к 2011 г. К 2012–2013 гг. то же самое, по мнению специалистов, должно произойти в Германии. Росту популярности альтернативной энергетике в целом в ЕС способствовала авария на японской АЭС «Фукусима-1» в марте 2011 г., и сразу же накрывшая западные страны волна радиофобии. После протестов своих граждан Германия ускорила планы полного отказа от атомной энергетике, несмотря на то, что эксперты отрицают возможность альтернативных источников равноценно восполнить энергопотребности государства (доля АЭС в энергобалансе Германии в 2010 г. составляла 30%). Но Германия планирует избавиться от АЭС до 2023 г., а долю альтернативной энергетике довести к тому времени до 35%. В Таиланде после протестов граждан власти заморозили пять проектов строительства АЭС. Ядерную программу приостановила Швейцария.

Привлекательность альтернативных источников энергии связана с неисчерпаемостью этих ресурсов, независимостью от конъюнктуры цен на мировых рынках энергоносителей, экологической частотой и низкой стоимостью эксплуатации. Большую роль играют и государственные программы, стимулирующие в той или иной форме применение энергетически эффективных и экологических технологий на базе АИЭ. Так в США на внедрение таких устройств, как гелио и ветроустановки, частным лицам доходят до 50–60% стоимости оборудования и монтажа.

Россия располагает мощным топливно-энергетическим комплексом и значительными запасами энергетических ресурсов, который является базой развития экономики, инструментом проведения внутренней и внешней экономики. Россия считается крупным экспортером энергии и топлива среди стран мира. Она располагает примерно 25% всех энергоресурсов планеты: мировых запасов газа – 45%, нефти – 13%, урана – 14%. [3]

В России интерес к альтернативным источникам энергии обусловлен, прежде всего, экономическими соображениями: энергонезависимость и возможность бесплатно использовать энергию из возобновляемых источников- природа это дает совершенно бесплатно; высокая стоимость подключения к источникам традиционного энергоснабжения.

Несмотря на высокий потенциал АИЭ в России, их доля в общем объеме производства энергии на территории страны по-прежнему мала. Доля возобновляемой энергетике в производстве электроэнергии составила в 2002 г. около 0,5% от общего производства или 4,2 млрд кВт·ч, а объем замещения органического топлива – около 1% от общего потребления первичной энергии или около 10 млн т. у. т. в год.

Основная проблема российских производителей альтернативной энергии – отсутствие законодательно-нормативной базы. Налицо и другие проблемы: невыгодность вложений в российскую альтернативную энергетику, неконкурентоспособность альтернативных ВИЭ по сравнению с традиционными ВИЭ и невозобновляемыми источниками, отсутствие инфраструктуры развития альтернативной энергетики.

В условиях отсутствия инвестиционного интереса не развивается инфраструктура российской альтернативной энергетики – нет достаточного количества и качества исследовательских работ, отсутствует мониторинг отрасли, не проводится обмен информацией, не готовятся кадры, нет общественной поддержки, нет поддержки инвесторов.

Остановимся более подробно на работе устройств, преобразующих альтернативную энергию в тепловую и электрическую.

Все более популярным альтернативным источником теплоэнергии в России становятся тепловые насосы. Они используются в системах отопления и горячего водоснабжения зданий. Основным достоинством тепловых насосов выделяют экономичность – тепловой насос использует энергию эффективнее любых котлов, сжигающих топливо, величина КПД у него больше 1. Также к достоинствам тепловых насосов относят повсеместность применения, экологичность и безопасность. Стоимость тепловых насосов от 30 000 руб. за тепловой кВт.[3].

Также к альтернативным источникам теплоэнергии относится термовихревая установка. Вихревой термогенератор представляет собой цельнометаллическую конструкцию, сваренную из стандартных стальных труб и жестко закрепленную на электронасосе. В нем используется запатентованное конструктивное оптимальное решение, обеспечивающее наибольшую простоту и надежность конструкции. Так как термогенератор полностью статичен, т.е. в нем нет ни одной подвижной детали, а движется только жидкость, прокачиваемая через него, он является практически «вечным» по надежности устройством. Термогенератор является полностью пожаробезопасным устройством (нет нагревательного элемента и отсутствие электрического контакта с нагреваемой средой), не требует технического обслуживания. В его приводе применяются стандартные электронасосы, отличающиеся высокими техническими характеристиками, низким уровнем шума, высокой надежностью и долговечностью. Термогенераторы могут устанавливаться в качестве основных и резервных систем отопления и горячего водоснабжения в индивидуальных домах, многоквартирных домах, общественных зданиях (школы, детские сады, администрации, больницы и т.д.), промышленных предприятиях.

Альтернативным источником электроэнергии, применяемых в России являются ветроустановки. Ветрогенератор эффективно работает либо параллельно с сетью, либо в составе автономного энергогенерирующего комплекса. Ветрогенератор в составе сети: средние и крупные ветрогенераторы – (единичной мощностью от 50 кВт до 5 МВт), зачастую объединены в группы (ветропарки) и установлены на специально подобранных площадках с постоянно дующим свежим ветром (обычно на берегах водоемов, склонов холмов, гор, на равнинах). (8–15 м/с), стоимость ветрогенератора составляет 1000–1500 Евро за кВт установленной мощности (в зависимости от производителя и мощности ветряка). Ветрогенератор в составе автономного энергокомплекса: ветрогенератор может работать в полностью автономном режиме без сети (обычно это небольшие и средние ветрогенераторы от 0,5 до 30 кВт). Помимо ветрогенератора в состав энергокомплекса обязательно входят аккумуляторные батареи, инвертор, контроллер и другое оборудование. Ветрогенератор может работать как индивидуально, так и в составе т.н. «гибридной установки», в комплексе с бензогенератором, дизель-генератором, солнечными батареями и т.д., стоимость самого ветрогенератора также как и в случае с большими ветряками составляет 1000–1500 Евро за кВт. [4].

Недостатками ветроустановками выделяют непостоянность ветра, следовательно, непостоянность энергии, довольно высокая стоимость установленной мощности, достаточно большой уровень шума.

Достоинства ветроустановок таковы: не требуют топлива, нет вредных выбросов, не требуется вода.

Использование энергии небольших водотоков с помощью малых гидроэлектростанций (микро-ГЭС) – одно из наиболее эффективных направлений развития альтернативной энергетики. Малая гидроэнергетика является прекрасной альтернативой централизованному энергоснабжению для удаленных и труднодоступных районов и районов с ограниченной передаточной

мощностью ЛЭП. Использование мини-ГЭС позволяет зафиксировать стоимость энергоресурсов на приемлемом для потребителя уровне, решает проблему перебоев электроэнергии.

Преимущества микро- и мини-ГЭС: отсутствует нарушение природного ландшафта и окружающей среды в процессе строительства и на этапе эксплуатации; отсутствует отрицательное влияние на качество воды: она не теряет первоначальных природных свойств и может использоваться для водоснабжения населения; практически отсутствует зависимость от погодных условий; обеспечивается подача потребителю дешевой электроэнергии в любое время года; отсутствуют проблемы, характерные крупной гидроэнергетике (строительство сложных и дорогостоящих гидросооружений, затопление местности и т.п.).

Источники энергии для малой гидроэнергетики являются: небольшие реки, ручьи, естественные перепады высот на озерных водосбросах и на оросительных каналах ирригационных систем, технологические водотоки (промышленные и канализационные сбросы), перепады высот питьевых трубопроводов, систем водоподготовки и других трубопроводов, предназначенных для перекачки различных видов жидких продуктов.

Все российские электростанции, использующие альтернативные источники энергии, имеют свои плюсы и минусы. Солнечную энергию в России можно эффективно использовать почти везде, но это дорого, требует больших площадей и огромных затрат. Ветряную энергию можно эффективно использовать только в определенных типах местности. Но начальные капиталовложения в эту отрасль относительно низкие. К тому же сейчас стоимость электроэнергии, полученной с помощью ветряных электростанций, почти равна стоимости энергии с ТЭЦ. Поэтому у ветроэнергетики большие перспективы. Другие виды альтернативных источников энергии также имеют хорошие перспективы в России [5].

Общими плюсами для всех является возобновляемость и меньший урон экологии от большинства. Минусами являются дороговизна, привязанность к определенным типам местности и относительно малая мощность, следовательно, пока реально возможно только комбинированное использование альтернативных и традиционных источников энергии. Это позволит снизить потребности в нефти, угле и газе, уменьшить или просто остановить рост темпов их добычи, что отсрочит энергетический кризис.

Также, российской энергетике для полноценного развития альтернативных источников энергии необходимо формирование нормативно-правовой базы, необходимо проводить поддержку альтернативной энергетики в рамках целевых программ. Данная поддержка может выражаться в непосредственном инвестировании средств федерального и регионального бюджетов в развитие нетрадиционной энергетики в наиболее перспективные проекты.

### Литература

1. <http://www.rgo.ru>
2. Гришкова Е., Дзагуто В. За альтернативную энергетику заплатят потребители. – Коммерсантъ. – № 8 (4063). – 2009.
3. Медведев Ю. Энергия Солнца совсем не бесплатна. – Российская газета. – 2011.
4. [http://www.memoid.ru/node/Alternativnaya\\_energetika\\_v\\_Rossii](http://www.memoid.ru/node/Alternativnaya_energetika_v_Rossii)
5. <http://alternativenergy.ru/>

**СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ  
И ИХ АДРЕСА**

**Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова  
(АРГУ им. К. Жубанова)**

030000, Казахстан, г. Актобе, пр. А. Молдагуловой, 34  
Тел.: 8 (7132) 54-06-19  
E-mail: info@arsu.kz

**Гомельский государственный университет им.Ф. Скорины**

246019, Беларусь, г. Гомель, ул. Советская, 104  
Тел.: 8 (0232) 60-73-71, факс 57-81-11  
www.gsu.by

**Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного  
хозяйства**

199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 26  
Тел.: (812) 323-77-24, (812) 323-60-51  
E-mail: niorh@niorh.ru

**Институт проблем экологии и эволюции имени А.В. Северцова РАН**

119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33  
Тел.: (495) 954-75-53, факс (495) 954-55-34  
E-mail: admin@sevin.ru

**Казанский федеральный университет**

420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18  
Тел.: (843) 233-71-09, факс: (843) 292-44-48  
E-mail: public.mail@kpfu.ru

**Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН**

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, 6  
Тел.: (415-2) 42-34-57, факс: (415-2) 41-24-64  
E-mail: tok-50@mail.ru

**Керченский морской технологический университет**

298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82  
www.kgmtu.edu.ua

**Крымский институт информационно-полиграфических технологий**

95011, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 62-А  
www.kiipr.crimea.ua

**МУП «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

**НОУ ВПО «Таганрогский институт управления и экономики» (НОУ ВПО ТИУиЭ)**

347900, Ростовская область, г. Таганрог, ул. Петровская, 45  
Тел.: (8634)-383-360  
E-mail: info@tmei.ru

**Полярный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО)**

183038, г. Мурманск, ул. Книповича, 6  
Тел.: (8152) 47-25-32; факс: (8152) 47-33-31  
E-mail: persey@pinro.ru

**Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»**

220030, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Советская, 18  
Тел./факс: 375 (17) 226-40-24  
E-mail: bspu@bspu.unibel.by

**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@kcmimprg.iks.ru

**ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае»**

683004, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Рябиковская, 22-б  
Тел.: 8(4152)412-188  
E-mail: orgo@mail.kamchatka.ru

**ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»**

355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1  
Тел.: (8652) 95-68-08, факс: (8652) 95-68-03  
E-mail: info@ncfu.ru

**ФГБНУ «ТИНРО-Центр»**

690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4  
Тел./факс: (423) 23-00-751  
E-mail: www.tinro-center.ru

**ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Чукотский филиал (ЧукотНИРО)**

689000, г. Анадырь, Чукотский АО, ул. Отке, 56  
Тел.: +7 (42722) 2-67-61  
E-mail: tinro@piton-asc.ru

**ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»**

414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
Тел.: (8512) 25-09-23, факс (8512) 25-73-68  
E-mail: post@astu.org

**ФБОУ ВПО «Волжская государственная академия водного транспорта» (ВГАВТ)**

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5А  
Тел.: (831) 419-78-13, факс (831) 419-78-58  
E-mail: vgavt@aqua.sci-nnov.ru

**ФГБОУ ВПО «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

**ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»**  
236000, г. Калининград, пр. Советский, 1  
Тел.: (4012) 99-59-01; факс: (4012) 91-68-46  
E-mail: rector@klgtu.ru

**ФГБУН Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного  
отделения Российской академии наук**  
683002, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30, а/я 56  
Тел./факс: (4152) 29-26-39  
E-mail: nigtc@kscnet.ru

**ФГБУН «Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева»  
Дальневосточного отделения Российской академии наук**  
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43  
Тел.: (423) 231-1400; факс: (423) 231-2573  
E-mail: pacific@vlad.ru

**ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии» (ВНИРО)**  
107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17  
Тел.: (499) 264-93-87; факс: (499) 264-91-87  
E-mail: vniro@vniro.ru

**ФГУП «Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»  
Якутский филиал**  
677000, г. Якутск, ул. Пионерская, д. 9  
Тел.: (4112) 32-01-73

**ФГУП Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
Хабаровский филиал (ХфТИНРО)**  
680000, Россия, Хабаровск, Амурский бульвар, 13-А  
Тел./факс: (4212) 31-54-47  
E-mail: khv@tinro.khv.ru



**Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова**

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

*Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции  
(24–26 марта 2015 г.)*

*Часть II*

В авторской редакции  
Технический редактор О.А. Лыгина  
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина  
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 23.03.2015 г.  
Формат 61\*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 16,4. Уч.-изд. л. 16,77. Усл. печ. л. 16,74  
Тираж 200 экз. Заказ № 75

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35